أسامة جوجو

موسوعة الطقس

كل ما يجب معرفته عن الطقس وتقلباته وتأثيراته على حياة الناس - عجائب وأسرار

٤٠٠ سؤال وجواب عن حالة الطقس



مؤسسة بحسون
للنشر والتوزيع
بيروت - لبنان

الطبعة الأولى
بيروت

١٩٩٧م - ١٤١٧هـ



مؤسسة بحسون
للنشر والتوزيع

منشورات بحسون الثقافية - دار المنال
سجل تجاري ١٠٩٥٤ - بولفار سليم سلام
بناية سوق الروشة - تلفون: ٦٥٩١٦٦ - ٣١٩١٤٧
ص. ب. ١١/٨٥٠٥ - بيروت - لبنان

مقدمة المؤلف

يحكم الناس على كيفية تأثير الطقس على حياتهم اليومية وتقبلهم لتقلباته من خلال الخبرة الذاتية، وليس بالاعتماد على الكتب المدرسية وغيرها. أما أحكامهم على حالة الطقس، فإنها تعكس لدرجة كبيرة خصائص رد فعل الإنسان على حالة البيئة الخارجية، وهي ذاتية في أغلب الأحيان.

يهتم الناس، من وقت لآخر، بحالة الطقس بصورة فعلية، فهي موضوع دائم خلال الأحاديث اليومية، ولكننا لا نعرف عنها كل شيء. وفي الوقت نفسه، فإن البرامج المدرسية لا تعير اهتماماً كافياً لهذا الموضوع، كما أن أسواق الكتب لا تحتوي على مراجع شعبية ومعلومات عامة توجيهية وتثقيفية كافية للاطلاع عليها.

وليس غريباً أن يبدو علم الطقس لدى كثير من الناس علماً صعب المنال كواحد من فروع المعرفة الإنسانية، وثمة أسئلة عديدة عن حالة الطقس طرحها العديد من الأصدقاء والمعارف، كانت قد أدهشت زملائي من خبراء الرصد الجوي. وقد كانت الإجابة على هذه الأسئلة هدفاً أساسياً وراء تقديم هذا الكتاب إلى القرّاء من مختلف المستويات، الذين يهتمون بخصائص حالة الطقس وتقلباته.

يحتوي الكتاب على أربعمائة سؤال عن حالة الطقس مرتّبة حسب المواضيع الأساسية. وفي الإجابة على هذه الأسئلة تقييم موضوعي لكل ما نعرفه وما لا نعرفه حتى الآن عن حالة الطقس. فهناك المواضيع التي تشمل أسئلة الجميع، ومواضيع للأطفال ولهواة الاطلاع بشكل خاص،

وللعاملين في ميداني المواصلات والزراعة، وللذين يهتمون بعمل خبراء الرصد الجوي والتنبؤ بحالة الطقس وتقلّبات المناخ، وتأثير الطقس على حياة الناس ومسائل أخرى في العلم الحديث عن الطقس.

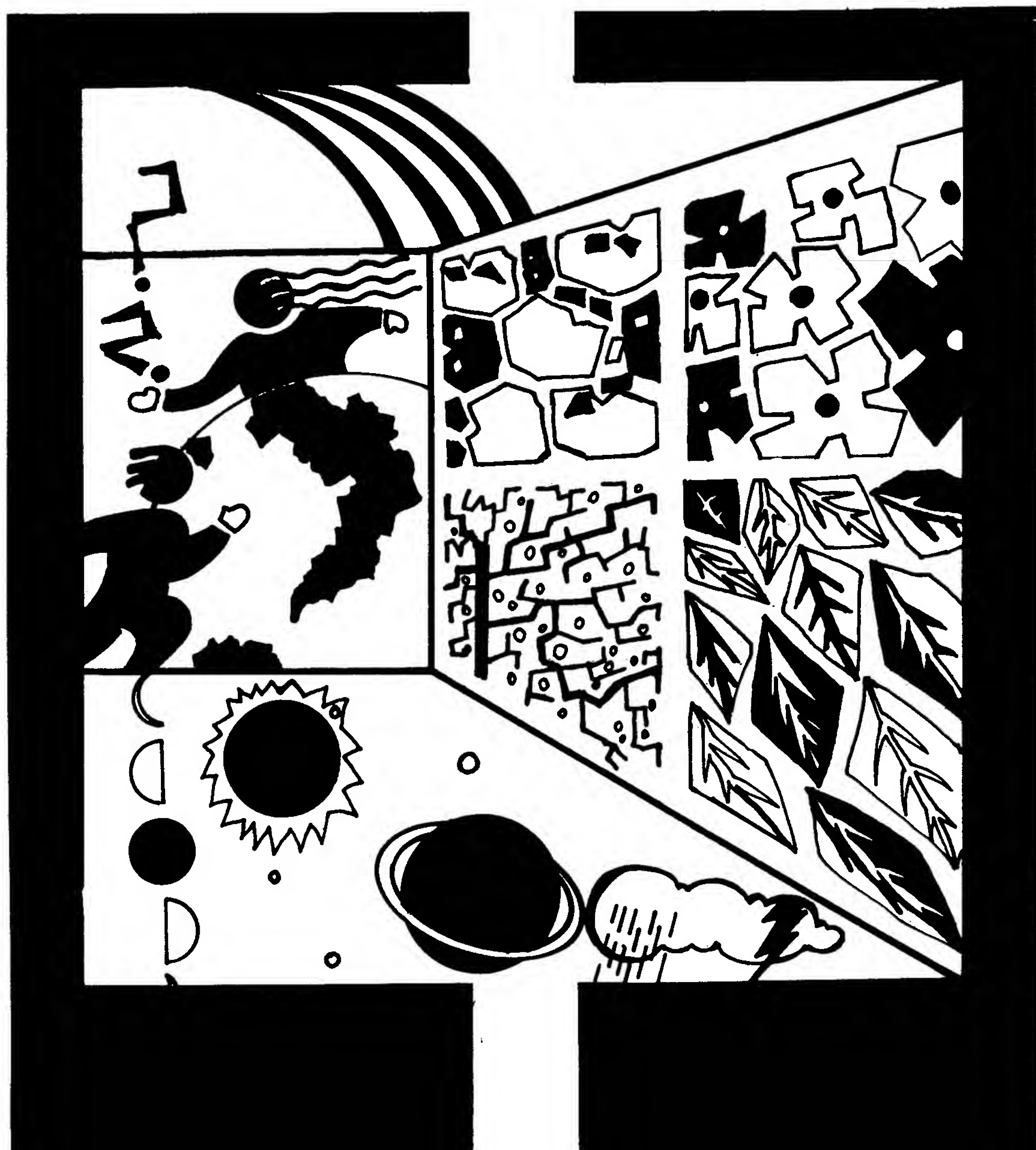
لقد قسمنا هذا الكتاب عشرين فصلاً، يشمل كل منها أسئلة وأجوبة حول ميدان معيّن يتناول حالة الطقس في الجبال، أو حالة الغلاف الجوي أو الزراعة أو الأقمار الاصطناعية المستخدمة في الأرصاد الجوية أو غيرها.

لقد حاولت طرح وجهة نظري كي تكون موضوع نقاش خلال أحاديث الناس اليومية، آملاً أن يكون هذا الكتاب مجدياً لكل القراء على المستويات كافة.

پ. ب. أستابنكو

الفصل الأول

أسئلة يطرحها الجميع



الفصل الأول

أسئلة يطرحها الجميع

ضمن مجموعة كبيرة من الأسئلة حول حالة الطقس، ثمة أسئلة يمكن أن يطرحها أي إنسان، بصرف النظر عن الجنس والعمر والشهادة العلمية والمهنة، قد تكون غير اعتيادية من خلال تطرقها إلى جوهر الطقس وطبيعته وأسباب تقلباته، وإلى علاقة هذه التقلبات الممكنة بمنجزات الثورة العلمية ـ التقنية، كغزو الفضاء والتفجيرات الحرارية النووية وتحليق الطائرات بسرعة تفوق سرعة الصوت وغيرها.

ومع أن بعض الأسئلة تتميز بالبساطة، فإنه يصعب الإجابة عليها أحياناً، وخصوصاً على بعض الأسئلة التي يطرحها الأطفال دون السبع سنوات.

إن الطفل الذي بدأ لتوّه بمعرفة عالمنا المحيط لا يتقبّل الطقس كشيء بديهي، وإنما يحاول فهم جوهر الأشياء التي أقلع الناضجون عن التفكير بها، كما لا يفكرون مثلاً بجوهر مفهوم الفراغ والزمان، الذي حمل العالم آينشتاين على وضع نظرية النسبية.

١ـ ١ـ لماذا تختلف حالة الطقس؟

إنّ مصدر الحرارة التي تستقبلها الأرض هو مصدر وحيد، وكمية الطاقة الشمسية التي تصل إلى سطح الأرض لا تتغير عملياً بسبب ثبات شكل الكرة الأرضية وسطحها والتركيب الغازي لطبقة كوكبنا الهوائية.

إن حالة الطقس لا تختلف من موقع إلى آخر على الكرة الأرضية وحسب، بل تختلف في كل نقطة من هذه الكرة على حدة. كما أنها لا

تختلف من فصل إلى آخر فقط، وإنما تختلف خلال يوم واحد وحتى ساعة واحدة.

أما أسباب الاختلاف المفاجىء في حالة الطقس وعدم ثباتها فهي كثيرة جداً، بحيث لا يتّسع المجال في هذا الكتاب لوضع جدولها التام. ويكفي هنا أن نذكر سببين رئيسيين هما:

١ـ التحرك المفرِط للغلاف الجوي.
٢ـ وجود عدد هائل من الظواهر والمقادير التي تحدد حالة الطقس في لحظة معينة أو في أي برهة زمنية.

كل هذه الظواهر (العواصف والزوابع والأعاصير والعواصف الثلجية والغبارية...) والمقادير (درجة الحرارة والرطوبة والرياح والضغط الجوي والغيوم...) يرتبط بعضها بالآخر ارتباطاً كلياً، بحيث أن أي تغير في أحد هذه المقادير أو الظواهر من شأنه أن يؤدي إلى تغيّر مباشر في جميع هذه المقادير أو الظواهر. وعلى سبيل المثال، فإن تغيّر نسبة الغيوم يؤدي بشكل مباشر إلى تغيّر في درجة حرارة الهواء ورطوبته، كما يؤدي إلى تغير نسبة الأمطار والثلوج وحركة الرياح والزوابع والعواصف والضباب والبرد والأغطية الجليدية على سطح الأرض.
ولذلك. نلاحظ عدم استقرار في حالة الطقس.

١ـ ٢. ما هو علم الأرصاد الجوية Météorologie؟

ترجع تسمية Météorologie إلى الكلمة اليونانية متيورا Météora، وهي تعني حرفياً «شيء ما في السماء». أما علم الأرصاد الجوية فهو، عموماً، علم من المتيورات يدرس الظواهر التالية:

المتيورات المائية: المطر، الثلج، البَرَد.

المتيورات الهوائية: الريح، العواصف الغبارية.

المتيورات الحجرية: الغبار، لقاح النباتات.

المتيورات المضيئة: قوس قزح، الخيدع.

المتيورات النارية: البرق.

كما أن علم الأرصاد الجوية هو علم عن الطقس. فهذا التعبير المبسّط لهذا العلم يعكس، تماماً وبشكل كافٍ، محتواه ومجالات استخدامه في الوقت الحاضر.

١ـ٣ ما هو الاختلاف بين المفاهيم التالية: مقادير الأرصاد الجوية وظواهر الأرصاد الجوية والطقس؟

تشتمل مقادير الأرصاد الجوية على: درجة الحرارة، الرطوبة، الضغط الجوي، سرعة الرياح واتجاهها، ومدى الرؤية وحجم الغيوم وارتفاعها، وعدد آخر من خصائص حالة الجو التي تُقاس بوحدات قياس مناسبة.

أما ظواهر الأرصاد الجوية فهي: الضباب، الأغطية الجليدية على الأرض، العواصف الثلجية والغبارية والرملية، الأعاصير والزوابع وغيرها من الخصائص النوعية لبعض العمليات الجوية التي تفتقر إلى التعبير الكمي. لكننا نستطيع تحديد فعالية هذه العمليات الجوية باستخدام المصطلحات التالية: خفيفة، معتدلة، شديدة. أو من خلال مقادير الأرصاد الجوية. مثلاً: ضباب بمدى رؤية ٥٠٠ متر.

إن الطقس هو جملةٌ من المقادير والظواهر الجوية التي تصف حالة الجو في مرحلة فيزيائية ما، أو في فترة زمنية معينة. فبإمكاننا الكلام عن حالة الطقس في حاضره أو ماضيه، وعن حالة الطقس في يوم واحد أو شهر واحد أو فصل من فصول السنة.. إلخ. ويتم وصف الطقس بالاستناد إلى المصطلحات المبسّطة والتقريبية التالية: غائم، ممطر، جاف، حار، بارد، رطب وعاصف: أو بالاستناد إلى جملة مداليل لمقادير الأرصاد الجوية. مثل: طقس غائم كلياً، أمطار، رياح شمالية، درجة حرارة ١٠ مئوية.

١ ـ ٤ ما هو الغلاف الجوي Atmosphère؟

إنّ الغلاف الجوي للأرض هو الغلاف الهوائي الذي يحيط بنا، أما

الغلافات الجوية الأخرى للكواكب الأخرى فهي تختلف، من حيث تركيبها، عن غلافنا الجوي.

يتألف الغلاف الجوي للكرة الأرضية من مزيج يحتوي على عشرين نوعاً من الغازات، منها الآزوت والأوكسجين وبعض الأمزجة كبخار الماء والأوزون Ozon وغاز الكربونيك. وتتميز الغازات التي تدخل في تركيب الهواء بكثافة معينة، كما أنها تُحدث ضغطاً على كل سنتيمتر مربع من سطح يساوي وزن أنبوب من الهواء يمتد من على سطح البحر حتى أعلى نقطة من الغلاف الجوي. ويقدر هذا الوزن على مستوى البحر بـ ١,٠٣٣ $\frac{\text{كلغ}}{\text{سم}^{٢}}$ ، أي ما يعادل «واحد أتموسفير» ـ كما يسمّونه في الفيزياء وسائر العلوم.

١ ـ ٥ إلى ما يمتد الغلاف الجوي وما هو وزنه؟.

ينحصر الوزن الأساسي للهواء في العشرة كيلومترات الأولى فوق سطح الأرض: في الخمسة كيلومترات الأولى ـ نصف الوزن، في طبقة العشرة كيلومترات ـ ثلاثة أرباع الوزن، وفي طبقة العشرين كيلومتراً ـ $\frac{١٩}{٢٠}$ من الوزن.

يخف وزن الغلاف الجوي مع الارتفاع ويتحول تدريجاً إلى الفضاء الكوني. أما ارتفاع النقطة القصوى لحدود هذا الغلاف، فلم يتم تحديدها علمياً، إلاّ أن آثار الغازات الخفيفة التي تدخل ضمن تركيب الهواء فهي موجودةٌ على ارتفاع آلاف الكيلومترات.

أما وزن الغلاف الجوي فهو هائل جداً، ويحدث ضغطاً مقداره ٥,١٥ × $١٠^{١٥}$ طن من الهواء على مساحة ٥١٠,٢ ملايين كلم مربع من سطح الأرض.

١ـ٦. هل يتشابه تركيب الهواء على ارتفاعات مختلفة من الغلاف الجوي؟.

يعتبر الغلاف الجوي متجانساً، من حيث نسبة الغازات الأساسية التي تدخل في تركيبه، في الطبقة السفلى فقط، والتي يبلغ ارتفاعها ٩٤

كيلومتراً وتسمى الطبقة المتجانسة HomosphèreÛوإلى الأعلى من هذه الطبقة، ثمة طبقة غير متجانسة تسمى Hétérosphèreحيث تزداد نسبة الغازات الخفيفة وتقل نسبة الغازات الثقيلة في تركيب الهواء.

١ ـ ٧. إلى كم طبقة وحسب أي دلالة يُقسم الغلاف الجوي؟.

يُقسم الغلاف الجوي atmosphèreحسب الخصائص الفيزيائية وتركيب الهواء طبقتين: متجانسة وغير متجانسة. أما علماء الأرصاد الجوية، فإنهم يقسّمون الغلاف الجوي، حسب تغيّر درجة الحرارة مع الارتفاع، خمس طبقات أساسية بالإضافة إلى أربع طبقات فاصلة:

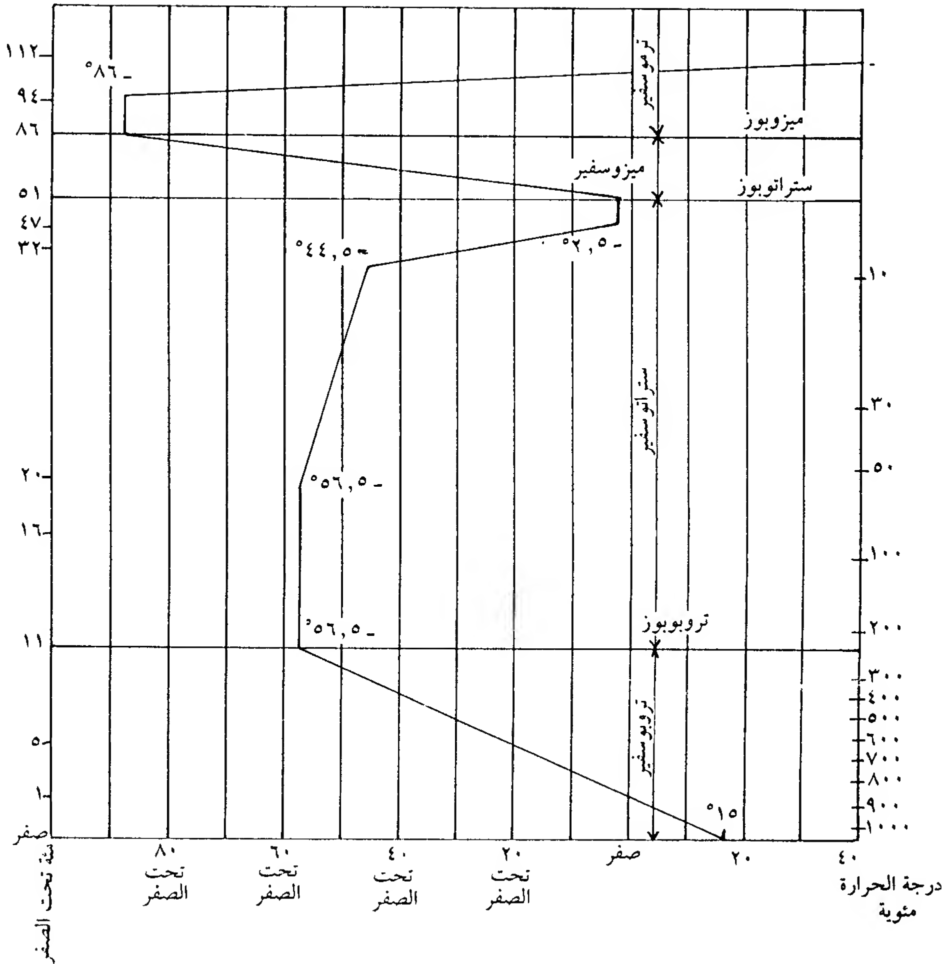
الطبقات الأساسية:

- تروبوسفير Troposphère ـ حتى ارتفاع وسطي قدره ١١ كلم.
- ستراتوسفير Stratosphère ـ من ١١ كلم حتى ٥١ كلم.
- ميزوسفير Mezosphère ـ من ٥١ كلم حتى ٨٦ كلم.
- تيرموسفير Thermosphère ـ من ٨٦ كلم حتى ٨٠٠ كلم.
- أكزوسفير Exosphère ـ من ٨٠٠ كلم وما فوق.

الطبقات الفاصلة:

- تروبوبوز Tropopause
- ستراتوبوز Stratopause
- تيرموبوز Thérmopause
- ميزوبوز Mezopause

ويبيّن الرسم (١) طبيعة تغيّر درجة حرارة الهواء مع الارتفاع في كل واحدة من هذه الطبقات.



رسم (١) تركيب الاتموسفير : توزّع درجات الحرارة مع الارتفاع

١ـ٨. كيف يُقاس الضغط الجوي وبأي وحدة قياس؟.

يستعمل البارومتر الزئبقي لقياس الضغط الجوي، وهو يتألف من أنبوب زجاجي مُلحّم من طرف واحد ومملوء بالزئبق. ويوضع هذا الأنبوب من ناحية طرفه المكشوف في وعاء مملوء بالزئبق، وعند ارتفاع ضغط الهواء يرتفع الزئبق بدوره في الأنبوب وبالعكس. ومن الملاحظ أن عمود الزئبق في البارومتر يرتفع عند سطح البحر إلى ٧٦٠ ملليمتراً

في حالة الضغط الجوي العادي أو المتوسط.

أما وحدة قياس الضغط الجوي فهي الباسكال Pascale: بحيث أن كل مئة باسكال تساوي واحد هيكتو باسكال أو واحد ملليبار millibar وأن كل واحد هيكتو باسكال Hectopascaleيساوي ٣/ ٤ ملم من عمود الزئبق.

تستعمل، في المجالات العلمية كافة، وحدات القياس على غرار الباسكال والهيكتوباسكال والملليبار. أما علم الأرصاد الجوية، فقد استخدم الملليبار كوحدة قياس في السابق، ويستخدم الآن الهيكتوباسكال كوحدة لقياس الضغط الجوي. إلاّ أن بعض البلدان تستخدم الملليبار كوحدة لقياس الضغط الجوي على متن الطائرات.

١ ـ ٩. هل من علاقة مباشرة بين تغيّرات الضغط الجوي وتقلبات الطقس؟.

بما أن حالة الطقس تكون جيدة في مجالات الضغط الجوي المرتفع أكثر منها في مجالات الضغط الجوي المنخفض، فإننا نلاحظ أن ارتفاع الضغط الجوي (وارتفاع عمود الزئبق في البارومتر) يؤدي على الأرجح إلى تحسّن في حالة الطقس. وعلى العكس من ذلك، فإن الانخفاض في الضغط الجوي يسبب تردياً في حالة الطقس.

إلاّ أن حالة الطقس لا يجري تحديدها من خلال معرفة مقدار الضغط الجوي وحسب، بل ينبغي أن تؤخذ بالاعتبار عند تحديدها عدة مقادير وظواهر ذات تأثير مباشر على حالة الطقس.

١ ـ ١٠. ما هي الرطوبة النسبية؟.

يكون الهواء إما جافاً وإما رطباً، وتراوح كمية بخار الماء فيه عند درجة حرارة معينة بين الدرجة القصوى (التشبّع التام) ودرجة الصفر (الهواء الجاف نسبياً). أما الرطوبة النسبية، فيجري تحديدها من خلال مقدار تشبّع الهواء ببخار الماء، وهي النسبة بين كمية بخار الماء الموجودة في الهواء إلى كميته الإجمالية عند درجة حرارة ثابتة.

ويُعبر عن الرطوبة النسبية بالنسبة المئوية، أي إننا عندما نقول ١٠٠٪ يعني ذلك تشبّع تام، وعندما نقول ٥٠٪ ـ تشبّع نصفي. . . إلخ.

إذن، فالرطوبة النسبية لا تمثل كمية بخار الماء المطلقة في الهواء، والتي تكون، حسب درجة الحرارة، مرتفعة عند رطوبة نسبية ضئيلة (طقس حار). ومنخفضة عند رطوبة نسبية مرتفعة (صقيع شديد).

١ ـ ١١. ما هي رزنامة الطقس؟.

يرتبط نشوء رزنامة الطقس بمحاولات قدامى العلماء ترتيب نتائج رصدهم للطقس وتقلباته. وقد أقدم الفلكي اليوناني ميثون في القرن الخامس قبل الميلاد على تسجيل نتائج وتاريخ رصده لظواهر الطقس على لوحات من الرخام، وثبتها على جدران ساحات المدن اليونانية. وقد استخدمت هذه اللوحات للتنبؤ بحالة الطقس فيما بعد.

وإلى جانب الرزنامات الفلكية والدينية والتنجيمية، أقدم الكثيرون فيما بعد، وفي العديد من البلدان، على وضع رزنامة الطقس التي أضحت مركز اهتمام رجال الدين بشكل خاص، وقد اشتملت على حالة الطقس لكل أيام السنة والأسابيع والأشهر والفصول.

وإلى جانب الرزنامات التي أعطت توضيحاً عن حالات النجوم والكواكب والظواهر الطبيعية المختلفة، وحتى عن مصائر الناس، احتوت رزنامة الطقس التي وضعها ميثون على معلومات تنبؤية لحالة الطقس في المستقبل القريب. فعلى سبيل المثال، أكد ميثون وجود دورة التسع عشرة سنة في ظواهر الطبيعة، وجاء أفدوكس بعد مئة سنة ليكتشف تكرار هذه الظواهر مرة كل أربع سنوات.

١ ـ ١٢. هل يوجد «مطبخ للطقس» على الأرض؟.

إنّ «مطبخ الطقس» على الأرض هو الغلاف الجوي للكرة الأرضية الذي يتفاعل مع سطح المحيطات واليابسة. ومن الخطأ تحديد مكان

خاص على الكرة الأرضية، من شأنه أن يكون يوماً ما مسرحاً لتقلّبات في حالة الطقس، مع العلم أن بعض علماء الأرصاد الجوية دافع عن نظرية دراسة ظروف الطقس في المناطق النائية وغير المدروسة من الكرة الأرضية، والتي تأتي منها عوامل سيئة وغير متوقعة تؤثر على حالة الطقس. وقد أطلقت على هذه الأماكن تسمية مجازية هي «مطبخ الطقس».

لقد اطلقت هذه التسمية، في وقت سابق، على منطقة القطب الشمالي التي لم تكن مدروسة حتى ذلك الحين، ومن ثم أطلقت على منطقة القطب الجنوبي. وفي وقت لاحق، انتقلت هذه التسمية إلى الطبقات العليا من الغلاف الجوي والمتأثرة بشكل كبير بتغيّرات النشاط الشمسي، ومن ثم إلى الفضاء الخارجي.

وقد ساد في الآونة الأخيرة توجّه لإطلاق تسمية «مطبخ الطقس» على محيطات الكرة الأرضية التي تغطي ثلاثة أرباع سطح هذا الكوكب. غير أن مساحة هذا المطبخ هائلة جداً بحيث لا نستطيع تشخيص حالة الطقس في منطقة أو أخرى من الكرة الأرضية.

يتكون الطقس على الكرة الأرضية من خلال عملية ميكانيكية لدوران الغلاف الجوي، ومحرك هذه العملية هي الطاقة الشمسية التي يتلقاها سطح الأرض. إن هذه العملية معقدة للغاية بحيث أن اختلاف حالات الطقس الناجمة عنها وقوانين تقلّبها ليست معروفة بشكل كافٍ.

أما البحث عن مكان خاص يأتي منه القيظ والبرودة والرعد، فهو بحث عديم الآفاق، كما أن تصميم محرك دائم أو البحث عن حجر الفلسفة لهو عمل غير مجدٍ.

١ــ١٣. لماذا تُتلف المواد الغذائية في الطقس الدافىء؟

يرتبط تلف المواد الغذائية بنشاط البكتيريات الحيوي والمصحوب بعملية التأكسد الكيميائي. وفي نهاية المطاف، فإن هذا النشاط يبلغ ذروته إلى درجة العفونة. والجدير بالذكر، أن سرعة أكثرية التفاعلات الكيميائية والعمليات البيولوجية تتضاعف تقريباً عند ارتفاع في درجة

الحرارة قدره عشر درجات مئوية. لذلك، فالمواد الغذائية تُتلف بشكل أسرع عند درجة حرارة مرتفعة وفي الطقس الدافىء بشكل عام.

١ـ ١٤. ما هي عواصف الاعتدال؟.

عواصف الاعتدال هي عواصف البحار والمحيطات عند السواحل الغربية للقارات الواقعة على خطوط العرض المعتدلة. وتحدث هذه العواصف في فصلي الربيع والخريف أو في مواعيد قريبة من هذه الفصول، ويحصل ذلك عند الانتقال من طقس حار إلى طقس آخر يتميز بالبرودة، وبالعكس، كما يحصل عند عدم الاستقرار في حالة الطقس.

تحمل هذه العواصف معها في فصول السنة الانتقالية أعاصير هوجاء تتحرك بسرعة كبرى، كما تحمل الطقس الممطر والغيوم والرياح الشديدة وتموّج البحار. والجدير بالذكر، أن لا علاقة لهذه العواصف بتقاطع الشمس مع خط الاستواء عند اتجاهها من الجنوب نحو الشمال أو بالعكس. وهذا يعني أن لا علاقة لهذه العواصف بفترتي الاعتدال الربيعي والخريفي.

١ـ ١٥. هل من علاقة بين الطقس والشُفق القطبية؟.

تظهر الشُفق القطبية عندما تُضاء الغازات المتخلخلة في الطبقات العليا من الأتموسفير والمسماة الايونوسفيرIonosphèreÛ وتنشأ إضاءة هذه الغازات عن الجزيئات المكهربة التي تطلقها الشمس من وقت لآخر خلال مرحلة الاضطراب الشديد في نشاطها الإشعاعي. ويتسرب تيار هذه الجزيئات المكهربة إلى الأتموسفير فوق المناطق القطبية عند الانعكاس في مجال الأرض المغنطيسي، وتلاحظ هذه الأضواء في طبقات الأيونوسفير العليا والسفلى على ارتفاع بين ٨٠ و٣٢٠ كيلومتراً وبين ٥٦٠ و١٠٤٠ كيلومترا.

تترافق هذه الظاهرة عادةً مع الزوابع المغنطيسية والخلل في الارتباط اللاسلكي، وهي لا تؤثر على حالة الطقس في الطبقات السفلى من الإيونوسفير. أما الكلام عن علاقة بين الشُفق القطبية والطقس،

فهو ممكن في حالة واحدة فقط، أي عندما تتم مراقبة هذه الشفق في سماء خالية من الغيوم. غير أن تغيّراً في درجات الحرارة، نتيجة للاشعاعات في الجسيمات، يحدث على ارتفاع مئات وحتى آلاف الكيلومترات، حيث تجري عملية رصد الشفق القطبية.

١ـ١٦. هل تسب تقلبات الطقس هزات أرضية؟.

إن تنامي سير العمليات في الغلاف الجوي غير مرتبط بحالة القشرة الأرضية، ولذلك لا وجود لأي سبب مباشر في ذبذبات أقسام مختلفة من سطح الأرض،

غير أن حدوث تغيّر سريع في نظم الباريوم Barium بمناطق النشاط الزلزالي يؤدي إلى تغيّر مفاجىء في الضغط الجوي فوق منطقة ما. ويعطي ذلك كله دفعاً لزحزحة عمودية لطبقات القشرة الأرضية الموجودة في توازن غير مستقر، ويعني ذلك من الناحية العملية، استفزازاً لحدوث هزة أرضية لا علاقة لها بما يجري في الغلاف الجوي.

وبعبارة أخرى، فإن انتقال الأعاصير الجوية الشديدة والمصحوبة بتغيّر مفاجىء في الضغط الجوي فوق مساحات شاسعة من سطح الأرض، من شأنه أن يكون قادراً على الإسراع في حدوث هزة أرضية، وهذا لا يعني أنه يمكن أن يكون سبباً مباشراً في حدوثها.

١ـ١٧. هل من علاقة بين انفجار الغازات في المناجم وحالة الطقس؟.

لقد أثبتت الأبحاث التي أجريت على بعض الانفجارات في مناجم الولايات المتحدة، أن هذه الانفجارات حدثت بعد مرور ٢٤ ساعة تقريباً على مرور الأعاصير فوق تلك المناجم، والتي كانت سبباً لهبوط مفاجىء في الضغط الجوي.

ويرى الأخصائيون أن الفحم يفرز، في حالات الانخفاض الشديد بالضغط الجوي، كميات كبيرة من الغازات يصعب ضخّها عبر المراوح وبنتيجة ذلك تتراكم الغازات في المنجم وتتحرك مشكّلة مع الهواء مزيجاً

قابلاً للانفجار. وفي سبيل تلافي حدوث مثل هذه الانفجارات في المناجم، ينبغي اعتماد طرق جديدة في أجهزة التهوئة تعمل على احتياط كامل في حساب التسرّب الشاذ لكميات الغاز عند التغيّر المفاجىء في الضغط الجوي على سطح الأرض.

١ ـ ١٨. ماذا نعني بـ «فصول السنة» في علم الأرصاد Météorologie وباقي العلوم؟.

تنقسم الفصول الفلكية حسب الاعتدال والانقلاب الشمسي إلى فصول أربعة:

يبدأ فصل الشتاء في نصف الكرة الشمالي بعد الانقلاب الشمسي في ٢١ كانون الأول، ويبدأ الربيع بعد الاعتدال الربيعي في ٢١ آذار، أما الصيف فيبدأ بعد الانقلاب الشمسي في ٢١ حزيران، والخريف بعد الاعتدال الخريفي في ٢٢ أيلول.

أما الفصول المناخية والمتيورولوجية، فإنها تبرز تبعاً لميزات أخرى غير متشابهة في المناطق الجغرافية كافة. وهذه الفصول هي تاريخ ظهور وذوبان الغطاء الثلجي، وتاريخ انتقال درجات الحرارة النهارية والليلية عبر الصفر وفترة حلول الظواهر الجوية الخاصة بكل فصل، أو تاريخ الانعطاف المفاجىء في حالة الطقس.

وإلى جانب الفصول الأربعة المعروفة، تم الاعتماد على بعض الفصول الإضافية الانتقالية أيضاً مثل فصل ما قبل الشتاء أو فصل ما قبل الربيع. وقد وضع علماء الفينولوجيا Phénologie(*) حدوداً بين الفصول تبعاً لظواهر مميزة في الطبيعة، مثل: هجرة الطيور، ظهور النباتات، تفتّح براعم النباتات، نضوج الفاكهة والحبوب، بداية تساقط أوراق الشجر، توقف نمو النباتات. وخلافاً للفصول الفلكية، فإن الفصول الباقية تتميز بديمومة مختلفة، كما تختلف تواريخ بداياتها من سنة إلى أخرى بشكل كبير. وبالإضافة إلى ذلك كله، فقد اعتمد الاخصائيون

(*) الفينولوجيا Phénologie. علم تأثير المناخ على عالمي الحيوان والنبات.

تواريخ لفصول متعددة السنوات خصيصاً لمناطق مختلفة.

١ـ١٩. هل يمكننا التنبؤ بحالة الطقس في الصيف المقبل أو في الشتاء المقبل؟.

من التصوّرات الخاطئة عن ميزات الطقس هذا التصوّر التالي:

«بعد شتاء بارد يأتي صيف حار، وبعد صيف بارد يأتي شتاء دافىء». إن هذا التصوّر الخاطىء أساسه قانون التعويض، ومفاده حتمية ثبات نظام المعدل السنوي للطقس: إذا حصل انحراف في فصل ما باتجاه واحد، فذلك يؤدي إلى حتمية حدوث انحراف في الفصول الأخرى باتجاهات معاكسة. وبالطبع، فليس ثمة علاقة مباشرة بين حالة الطقس ومختلف فصول السنة، وهذا ما أثبتته نتائج الأبحاث العلمية، التي قام بها العديد من الأخصائيين.

أما الشذوذ في تقلبات الطقس، فإنه ليس فصلياً وحسب، بل سنويٌّ، وبالتالي، فإن الشتاء يكفي أن يكون دافئاً، وفصل الصيف بارداً كحالة شاذة. وفضلاً عن ذلك، فإن مرور فصل دافىء كحالة شاذة يتبعه عدة فصول باردة من السنة، وتكون السنة بأكملها اعتيادية وقريبة من المعدّل الطبيعي.

١ـ٢٠. هل يمكننا اعتبار التنبؤ الجوي الطويل الأمد مشكلة العصر؟.

حمل القرن العشرون العديد من الصفات، وجرت خلاله أحداث هامة ومثيرة حاولت تزيين اسم هذا العصر. مثل: اكتشافات العصر، وأمراض العصر، ومباريات العصر، وحتى جرائم العصر، وأخيراً مشكلات العصر. أما التنبؤ الجوي الطويل الأمد، فهو لم يولد في عصرنا هذا، وإنما منذ آلاف السنين وهو يعتبر مشكلة العصر. فهذه المشكلة لم تلق حلاً لها حتى الآن، ومن الصعب احتمال ظهور هذا الحلّ في السنوات المتبقية من القرن العشرين.

لقد كان الناس يهتمون بصورة دائمة، بحالة الطقس لليوم التالي أو

للشهر التالي والفصل الآتي والسنة المقبلة، وتعلّق الإنسان في العصور القديمة بالطقس تعلقاً شديداً أكثر منه في الوقت الحاضر، ولا سيما الفلاح والراعي والصيّاد.

ولقد احتوت مراجع عديدة من العصور القديمة على تنويهات بحالة الطقس وتقلّباته التي يوجّهها إله واحد أو عدّة آلهة. وكان بعض العلماء القدامى، ولا سيما أرسطو، قد أشاروا إلى العلاقة بين ظواهر الطقس المستقلة، بما في ذلك العلاقة بين اتجاه الرياح وحالة السماء، وكانت مفاهيمهم وأبحاثهم قد تحددت ضمن هذا الإطار فقط. وقد اهتم هؤلاء العلماء بهذه المشكلة طوال ألفي سنة تقريباً بعد أرسطو، ولم يتمكنوا من التوصل إلى أي نجاح في هذا المجال إلاّ في القرن التاسع عشر. وحول حلّ هذه المشكلة، ثمة عدد قليل من علماء الأرصاد الجوية يتفاءل بإمكانية الحلّ في القرن الحادي والعشرين.

١ ـ ٢١. هل يؤثر دوران الأرض حول نفسها في حالة الغلاف الجوي.

نعم، فدوران الأرض حول محورها (نفسها) ينعكس على حالة الطقس على الكرة الأرضية. ولو كانت الأرض ثابتة، لكانت أحوال الطقس مختلفة تماماً.

والجدير بالذكر، أن السرعة الزاويّة Vitesse angulaire لدوران الأرض حول محورها متساوية بالنسبة لنقاط سطح الأرض كلها، ومعدلها $\frac{١٠^{٤}}{٠,٧٢٩}$ $\frac{١}{\text{ثانية}}$. أما السرعة الخطية Vitesse linéaire لهذا الدوران، فإنها تساوي صفراً عند القطبين و٤٦٤ متراً في الثانية عند خط الاستواء، أي ما يعادل ١٧٠٠ كيلومتر في الساعة. وليس لهذه السرعة الخطية أي تأثير على حالة الطقس، لأن الغلافين الجوي والهوائي للأرض يدوران بالسرعة نفسها.

من جهة أخرى، فإن دوران الأرض حول محورها يؤدي بالتالي إلى نشوء قوى محورية، بما فيها القوى المنحرفة لهذا الدوران، متناسبة

مع السرعة الزاوية لدوران كوكب الأرض. وتؤثر القوة المنحرفة على كل حركة أفقية بما في ذلك حركة الهواء، وتحني هذه القوة اتجاه الحركة في النصف الشمالي للكرة الأرضية من نقطة البداية باتجاه اليمين، وفي النصف الجنوبي من نقطة البداية باتجاه الشمال.

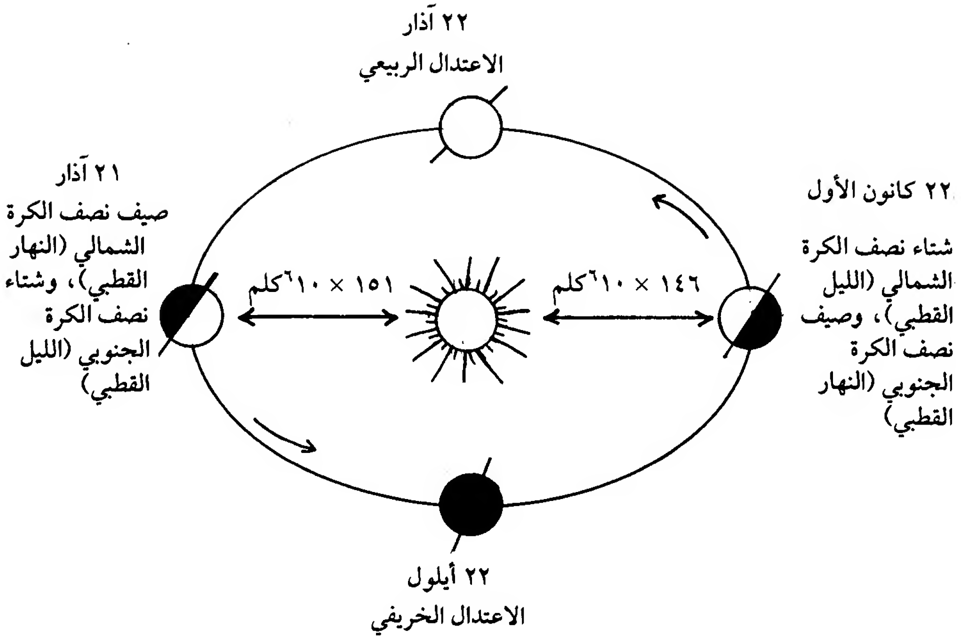
ولهذا السبب، لا تتجه الرياح في النصف الشمالي للكرة الأرضية من منطقة الضغط المرتفع باتجاه منطقة الضغط المنخفض، وإنما تتجه تحت تأثير زاوية عمودية (٩٠ درجة)، أو أقل من عمودية، جامعةً بين مركزي هاتين النقطتين. إذن، فالضغط المنخفض يبقى من جهة الشمال لاتجاه حركة الهواء، والضغط المرتفع من جهة الجنوب لاتجاه هذه الحركة.

ونتيجةً لذلك، يحدث بشكل بطيء تعديل في عدم انتظام الضغط، وتهب الرياح لمدة طويلة مشكّلةً أحداثاً ما في حالة الطقس. وفضلاً عن ذلك، وبما أن القوى المنحرفة لدوران الأرض غير متساوية القيمة على خطوط العرض المختلفة (القيمة القصوى عند القطبين، وصفر عند خط الاستواء)، فإن حركة الهواء تتمتع بميزات خاصة في مواقع جغرافية متنوعة. ويساعد ذلك كله على نشوء الأعاصير الشديدة عند خطوط العرض العليا والمعتدلة، كما يعمل على عرقلة تقدم هذه الأعاصير باتجاه خط الاستواء.

١ـ٢٢. هل الشتاء يحلّ حقاً عند ابتعاد الأرض الدوري عن الشمس، والصيف يحلّ عند اقتراب الأرض منها؟.

هذا صحيح، في الواقع بالنسبة لكل نصف من نصفي الكرة الأرضية. ولكن تغيّر المسافات بين الشمس والأرض ليس سبباً في تناوب فصول السنة عند حركة الأرض على مدارها، الذي يتخذ لنفسه شكلاً إهليلجياً.

أما السبب الحقيقي وراء تناوب فصول السنة هو انحناء محور الكرة الأرضية عن مستوى مدار الأرض بزاوية قدرها ٢٣,٥ درجة. وفي حال ثبات الانحناء في فترة دوران الأرض اليومي حول محورها، أو في



وضعية الأرض بالنسبة للشمس

فترة الدوران السنوي حول الشمس، يشكل هذا الانحناء ظروفاً مختلفةً لتعرض سطح الأرض للاشعاع الشمسي على مدار السنة.

يتعرض النصف الشمالي من الكرة الأرضية لأشعة الشمس على مدى ستة أشهر، وتتساقط هذه الأشعة بشكل مستمر ـ وبانحدار شديد على النصف الشمالي أكثر من النصف الجنوبي من الكرة الأرضية ـ وهذا ما يؤدي إلى حدوث الصيف نصف السنوي في نصف الكرة الشمالي. أما خلال الستة أشهر المتبقية من السنة، فيتعرض النصف الجنوبي لهذه الحالة بالذات على العكس من النصف الشمالي الموجود في الاتجاه المعاكس للشمس، في حين تصل الأشعة الشمسية إليه أقل بكثير من النصف الجنوبي ـ وهذا ما يؤدي إلى حدوث الشتاء نصف السنوي في نصف الكرة الشمالي.

١ـ١٢. هل يتأثر الطقس بالنجوم والكواكب ووضعيتهم في السماء؟.

تعتبر النجوم والكواكب المصدر الوحيد للطاقة التي يستمدها

كوكب الأرض. ومن الممكن أن تبدي تأثيرها في الغلاف الجوي لهذا الكوكب، وبالتالي في حالة الطقس على سطحه. فالشمس هي المصدر الوحيد للطاقة التي تستمدها الأرض، وهي الكوكب الوحيد الذي يتأثر الطقس على سطح الأرض بوضعيته وحالته في السماء. أما النجوم والكواكب الأخرى التابعة للمجموعة الشمسية، مثل القمر، فهي لا تؤثر أبداً في حالة الطقس على سطح الأرض، مع أن ظروف مراقبة هذه الكواكب من على سطح الأرض تتعلق بحالة الطقس على هذا السطح. وهذا ما أعطى الإنسان في العصور القديمة مبرّراً لربط العلاقة بين متغيّرات الطقس على الأرض وبين وضعية النجوم والكواكب في السماء.

١ـ ٢٤. هل يتأثير الطقس على الأرض بحالة القمر؟.

يحدث القمر، نتيجةً لحركته حول الأرض، موجات مدّ في سائر المحيطات. ويبدأ بذلك ظهور موجات المدّ والجزر بمقادير ضئيلة في الغلاف الجوي للأرض، والتي يمكننا ملاحظتها عبر أجهزة قياس الضغط الجوي ـ البارومتر. أما الذبذبات التي تحدث في الضغط الجوي فهي ليست كبيرة جداً، لأنها لا تؤثر تأثيراً بالغاً في حالة الطقس.

وبما أن القمر يظهر بشكل أساسي في طقس صحوٍ قليل الغيوم، فقد اعتاد الناس على تفسير ظهوره بوجود طقس جيد في فصل الصيف، أو طقس صحو يميّزه الصقيع في فصل الشتاء، وهذا ما أدى إلى استنتاجات خاطئة في المعتقدات الشعبية حول تأثير القمر على حالة الطقس.

وحتى أيامنا هذه، ثمة كثير من الناس يقعون في الخطأ باستنادهم إلى هذه التصورات، مع العلم أن استحالة حدوث ذلك قد بُرهنت علمياً منذ عدة قرون. والجدير بالذكر هنا، أن الأكاديمية الفرنسية كانت قد منحت في القرن الثامن عشر مكافأة لكل عمل برهن على عدم وجود علاقة بين حركة القمر وتأثيره على حالة الطقس على سطح الأرض.

١ـ ٢٥. هل تؤثر بُقع الشمس في حالة الطقس؟.

تظهر على سطح الشمس وعلى جهتي الاستواء الشمسي، من حين

لآخر، بُقع مظلمة وأكثر برودة. فهذه البُقع هي عبارة عن عواصف غازية نشأت في قلب الشمس وانطلقت إلى خارجه. وباستطاعتنا رؤية هذه البقع الشمسية من على سطح الأرض على شكل بُقع صغيرة متغيّرة ومتحركة على مدى يوم أو أسبوع كامل، وربما أكثر من ذلك. أما القياس الحقيقي لهذه البُقع فيراوح بـين ألف وثمانية آلاف كيلومتر في القُطر. وما ظهور هذه البقع إلاّ نتيجة لعمليات مضطربة تجري في قلب الشمس وتعبّر عن نشاط هذا الكوكب البالغ الأهمية للحياة على الأرض وربما بالغ الأهمية للغلاف الجوي لهذا الكوكب

غير أن تبدل النشاط الشمسي أو الفعالية الشمسية لا ينعكس بشكل هام على أنواع الطاقة الإشعاعية التي تصل سطح الأرض والتي لها علاقة بحالة الطقس عليه. وفضلاً عن ذلك، فإن عملية تكوّن الطقس من الغيوم والأمطار والرياح وعدة ظواهر متيورولوجية في مناطق عديدة من الكرة الأرضية عملية صعبةٌ للغاية، بحيث تتعثر مراقبة تأثير البقع الشمسية في الطقس في أي منطقة من سطح الأرض من الناحية النظرية، كما من الناحية العلمية. وفي فترة الزيادة القصوى لكمية البقع الشمسية المتكررة كل ١١ سنة كمعدل وسطي (والمتكررة فعلياً في فترة تراوح بـين ٧ و١٧ سنة)، لا يختلف الطقس في هذه الفترة عن السنوات الأخرى: يكون الطقس حاراً فوق عادته في منطقة معينة، بـينما يكون بارداً فوق عادته في الفترة نفسها في مناطق أخرى. وقد استطاع العلماء أن يبرهنوا صحة هذه الظاهرة من خلال أبحاثهم المستندة إلى المراقبات العملية.

ومن أجل إيضاح هذه الظاهرة، نذكر المثال التالي: فعند ازدياد فعالية الأشعة الشمسية في أيلول ١٩٨٠، تساقطت كمية هائلة من الأمطار تفوق المعدل الطبـيعي على منطقة القوقاز الواقعة على شاطىء البحر الأسود، بـينما تساقطت كمية من الأمطار أقل من معدلها السنوي على منطقة الشاطىء الجنوبـي لشبه جزيرة القرم. أما في باقي السنوات، وعند ازدياد نشاط الشمس في فصل الخريف، تساقطت في منطقة القوقاز نفسها كمية من الأمطار أقل من معدلها السنوي، بـينما تساقطت

في منطقة شبه جزيرة القرم كمية من الأمطار تفوق معدلها السنوي (١٩٧٢).

وأخيراً، فالجدير بالمعرفة، أن المعدل السنوي لدرجات الحرارة وكمية الأمطار المتساقطة ثابت لا يتغير فوق مناطق الكرة الأرضية كافة.

١ ـ ٢٦. هل يؤثر البروز الشمسي في حالة الطقس؟.

إنّ البروز الشمسي هو مجموعة من سحب الغازات المضيئة التي تُلاحظ على سطح الشمس بالقرب من البُقع المظلمة. ومع أن هذه السحب النارية تشبه أشرطة ضيقة بإمكانها الابتعاد عن سطح الشمس مسافة مئات الآلاف من الكيلومترات. فإنها، كالبقع الشمسية، لا تؤثر أبداً على حالة الطقس في الكرة الأرضية.

ولتقدير تأثيرات ظواهر الشمس الممكنة في الطقس، ينبغي عدم إهمال حالة واحدة مهمة وهي: إن كل ما يجري على الشمس بإمكانه تغيير اتجاه الإشعاع الشمسي نحو الأرض بشكل ما، إما بإضعافه وإما بتقويته. وللسبب عينه، فالظواهر الشمسية ليس لها أية أهمية في تقييم التنبؤ بحالة الطقس على الأرض.

١ ـ ٢٧. ما هي درجة الحرارة على الشمس؟.

تتضاءل المسافة بين الأرض والشمس نحو ١٥٢ مليون كليومتر في شهر تموز، ونحو ١٤٧ مليون كيلومتر في شهر كانون الثاني، وتجتاز أشعة الشمس هذه المسافة بمدة تبلغ ٨ دقائق و٢٠ ثانية.

تبلغ درجة الحرارة في نواة الشمس عشرة ملايين كلڤن، وعلى سطحها ستة آلاف كلڤن، بينما تساوي على سطح البقع المظلمة ٤٤٠٠ كلڤن تقريباً.

١ ـ ٢٨. هل انخفاض درجة الحرارة الناجم عن الإنطفاء الحتمي لكتلة الشمس من شأنه أن يهدد الكرة الأرضية؟.

نعم، فهناك وجود مبدئي لهذا التهديد البعيد عن الواقع، وقبل أن

تنتقل البشرية إلى التفكير جدياً بهذا الموضوع، ثمة آلاف من الأسباب التي تستدعي قلقاً شديداً.

وبما أن الشمس تملك وزناً ومقاييس أقل بكثير من العديد من النجوم والكواكب، فإنها تعتبر كوكباً عملاقاً بالمقارنة مع مقاييس الأرض، إذ يبلغ وزنها ٣٣٠ ألف مرة وزن الأرض. وبالإضافة إلى ذلك، تجري في نواة الشمس عملية من التحولات النووية من الهيدروجين إلى الهيليوم، من شأنها أن تخلّف وراءها كمية هائلة من الطاقة الإشعاعية (تصل سطح الأرض منها نسبة ١/ ١٢.٠ مليون فقط). وبنتيجة هذه العملية يتحطم في كل ثانية أربعة ملايين طن من وزن الشمس، الذي يشكل الهيدروجين نسبة ٩٠٪ منه. وإذا اعتبرنا، وحسب آراء العلماء، أن الانخفاض في طاقة الشمس الاشعاعية سيلاحظ خلال ٣٠ أو ١٠٠ مليار سنة، فلا ينبغي لأحد منا، حتى على آلاف الأجيال التي ستعيش من بعدنا على الأرض، أن يقلق على حياة الشمس وطاقتها.

١ـ ٢٩. ما هو الرماد الهوائي؟.

الرماد الهوائي، هو جزيئات فيزياكيميائية تشكل مزيجاً للغلاف الجوي الذي يتكون من مصدرين أولهما طبيعي والآخر إصطناعي.

يتكون الرماد الهوائي الطبيعي المصدر بطرق مختلفة، منها نتيجة تفاعل المحيطات مع الغلاف الجوي ومركبات كلوريد الصوديوم والماغنيزيوم التي تدخل في تركيب الملح البحري. ونتيجة لحركة الرياح فوق مياه البحر، تنتقل جزيئات هذه المركبات إلى الهواء، كما ينتقل الرماد الهوائي إلى الغلاف الجوي بواسطة النشاط الحيوي للجسيمات الدقيقة (الجراثيم). ومن الرماد الهوائي ما هو غباري، يأتي نتيجة تفاعل سطح اليابسة مع الغلاف الجوي.

أما الرماد الهوائي الاصطناعي المصدر، فهو نتيجة للعناصر الكيميائية المختلفة التي تقذفها المصانع إلى المحيط الخارجي والغلاف الجوي.

يتعرض الرماد الهوائي في الغلاف الجوي لتحولات كيميائية بتأثير الحرارة ونور الشمس وبخار الماء وقطرات الغيوم والضباب.

١ ـ ٣٠. ما هي علاقة وجود الرماد الهوائي في الهواء مع الطقس؟.

إن من شأن أكثرية أنواع الرماد الهوائي أن تصبح مركزاً لتكاثف في الغلاف الجوي، وينتج عنها عادةً تكاثف لبخار الماء يؤدي إلى تكوّن قطيرات الغيوم والضباب. وفي حال ارتفاع رطوبة الهواء، تتسارع هذه الجزيئات الدقيقة (الرماد الهوائي) إلى التكاثف، وبالتالي إلى تكوّن الغيوم وهطول الأمطار. ولهذا السبب، نلاحظ هطول الأمطار فوق المدن بكمية أكبر منها فوق المناطق الزراعية.

من ناحية ثانية، يلجأ كثير من العلماء إلى وصف الضباب كرماد هوائي مؤلف من جزيئات سائلة، وإلى وصف الدخان الجليدي أو الدخان العادي كرماد هوائي مؤلف من جزيئات صلبة. وانطلاقاً من هذا الوصف، نجد علاقة بين وجود الرماد الهوائي في الهواء وبين الطقس.

١ ـ ٣١. ما هو الشعاع الأخضر؟.

يمكننا ملاحظة الشعاع الأخضر على مساحات مكشوفة بالقرب من سطح البحر أو البحيرة أو أحواض المياه في حالة طقس هادىء وخالٍ من الغيوم. فهذه الظاهرة لا تدوم إلاّ بضع ثوان، وفي بعض الحالات، تتعدى العشر ثوان.

أما تفسير هذه الصبغة غير العادية في أشعة الشمس، فإنه يعود إلى انعكاس في الطبقات السفلى المختلفة الكثافة من الجو، والمختلفة البُعد عن سطح الأرض. وينعطف هذا القسم الأخضر من الطيف الشمسي بنسبة أكبر بالمقارنة مع الأقسام الصفراء والحمراء لهذا الطيف. وبهذه الصورة، نرى أن قرص الشمس عند الغروب يتألف من مجموعة أقراص مختلفة الألوان، الأزرق السماوي والأخضر والبرتقالي والأحمر.

وبما أن الأشعة البرتقالية والحمراء تنعكس أقل من غيرها، فإننا

نلاحظ وجود الأقراص الشمسية من هذا اللون في الأسفل، والقرص الأخضر في الأعلى. ولذلك، نلاحظ أن الأقراص الحمراء والبرتقالية والصفراء تغرب وراء الأفق قبل الأقراص الخضراء، كما نلاحظ ضوءاً طفيفاً من اللون الأزرق السماوي.

لهذا السبب، يتراءى طرف القرص الشمسي للعين عند اختفائه وراء الأفق مصبوغاً بلون أخضر نظيف ناصع.

الفصل الثاني

الطقس وعالما الحيوان والنبات



الفصل الثاني

الطقس وعالما الحيوان والنبات

تتفاوت درجات اهتمام الناس بحالة الطقس بين اهتمام دائم وآخر استطرادي تبعاً لطبيعة عملهم. فسكان المناطق الريفية وصيادو الأسماك وسائقو السيارات والقطارات والملاحون الجويون، يرتبطون، كباقي الناس ذوي المهن الأخرى الذين يعملون في الهواء الطلق، إرتباطاً يومياً بحالة الطقس التي تحدد ظروف نشاطهم الانتاجي بشكل مباشر، وظروف حياتهم المعيشية إلى حدّ ما.

إنّ الاهتمام بالطقس والارتباط به ليس مصير الإنسان وحده، بل مصير كل حيّ على سطح الأرض. فالكائنات الحيّة تتأثر بحالة الطقس بدرجات متفاوتة من الفعالية والوضوح للشخص المراقب، ويختلف تأثر الحيوانات والنباتات بحالة الطقس حسب اختلاف أنواعها: فقد يستجيب نوع من الكائنات الحيّة لتغيّر حالة السماء والإنارة والإشراق الشمسي، بينما يستجيب النوع الثاني لتغيّرات الرطوبة ودرجة حرارة الهواء وتساقط الثلوج والأمطار، أما النوع الثالث فيستجيب لتغيّر الرياح والضغط الجوي... إلخ.

لقد اختزنت البشرية عير آلاف السنين معلومات كثيرة جداً عن مراقبة الطقس وتقلباته وسلوك الحيوانات والنباتات المرتبط به. وقد لاقت نتائج هذه المراقبات انعكاسها في الخرافات والأغاني والأقوال المأثورة والأمثال الشعبية المستمرة حتى الآن لدى مختلف الشعوب.

أما التحليل العلمي لهذا التراث الشعبي، فيبيّن أن بعض التصوّرات الشائعة لدى الناس هي في الواقع ثمرة مقارنات عميقة التفكير

وقوة ملاحظة مدهشة لأجدادنا الذين وقفوا إلى جانب الطبيعة أكثر بكثير من الإنسان المعاصر. لكن بعض هذه التصورات هو وليد تخيّلات وأوهام لا أكثر ولا أقل، وهو في حالة تناقض تام مع الحقيقة والواقع. ومن هذه الأخطاء الشائعة والراسخة لدى الناس هو الإيمان بقدرة الحيوانات والنباتات على التنبؤ بتقلبات الطقس. وفي الحقيقة، فإن كل كائن حيّ، سواء أكان إنساناً أم حيواناً أم نباتاً، يتأثر بالتغيير الذي قد يطرأ على حالة الطقس، ولديه إمكانات تنبؤية لا يجوز إهمالها، بالرغم من أنها ضئيلة جداً.

٢ـ ١. قبل هطول الأمطار، تُسمع خرخرة في المجاري والمستنقعات المائية وتفوح منها رائحة كريهة، لماذا؟.

ينتج عن الطقس الغائم والممطر العواصف والزوابع، ويترافق ذلك مع انخفاض في الضغط الجوي وارتفاع في منسوب مياه الأحواض وتسرّب للغازات المختزنة في التربة نتيجةً لتعفّن أوراق الشجر والأعشاب المائية في الأقنية والمستنقعات. وعند ارتفاع الضغط تبقى الغازات عند سطح الأرض، وعند انخفاضه تتسرب إلى الخارج منتشرةً في الاتجاه الأفقي والعمودي.

٢ـ ٢. هل يمكننا أن نحكم على حالة الطقس المقبلة بالاستناد إلى سلوك طائر النورس؟.

يتأثر طائر النورس بتغيّرات الطقس بشكل حسّاس جداً، وهذا يعود إلى الخصائص المميّزة في تركيب جسم هذا الطائر: عظامه أنبوبية الشكل، مجوّفة من الداخل، تتأثر بتغيّرات الضغط مثل الصفائح الفارغة لأجهزة البارومترات المعدنية.

لقد لوحظ في أوقات سابقة، أن النورس يحطّ على الماء عندما تكون حالة الطقس مستقرة وجيدة، ويقترب من الشاطىء والمناطق الساحلية غير المأهولة عند رداءة الأحوال الجوية، ويحلّق فوق الماء عند هبوب الرياح. ويؤكد كل ذلك على مهارة النورس في التكيّف مع

الطقس السائد في فترة زمنية معيّنة، ولا يؤكد قدرته على التنبؤ بتقلّبات الطقس.

وفي حال استقرار الطقس وغياب الأعاصير، تكون الرياح هادئةً عادةً والهواء دافئاً والمياه أشد برودةً من الهواء في حال غياب التيارات الجارفة. وكي يواصل طائر النورس تحليقه في الهواء، يتوجب عليه أن يقوّي حركة جناحيه، وبما أنه يتعب بسرعة فيفضل الهبوط إلى الماء. وعندما يعوم على وجه الماء يتابع صيده للأسماك. ومن ناحية أخرى، فالأسماك حسّاسة جداً وتتأثّر بتغير الضغط الجوي، وعند حدوث العواصف، تغوص الأسماك في الأعماق، مما يضطر طائر النورس للاقتراب من الشاطىء بحثاً عن الغذاء.

وعند اشتداد حركة الرياح، يستطيع النورس التحليق مدة طويلة في الهواء. وكي يرتفع إلى التحليق يستخدم قوة الرفع المعاكسة للتيار الهوائي، ويحوم فوق مياه البحر استعداداً لاصطياد الأسماك.

وكما نلاحظ، أن كل شيء أسهل من أن نقع في أوهام مختلفة. فالأمر ليس في إمكانية التنبؤ بتقلبات الطقس، وإنما في إمكانية استخدام هذه التقلبات.

٢ـ٣. هل تستطيع الكائنات الحيّة العيش في الجليد؟.

نعم، تستطيع. ففي فترة النهار القطبي، نلاحظ طبقات وردية اللون في جليد المنطقتين القطبيتين الشمالية والجنوبية، وفي فترة الصيف، يجري في الأنهر الجليدية للبلدان الجبلية نموٌّ للكائنات الحية الصغيرة، مما يكسب الجليد صبغة وردية اللون.

بالإضافة إلى ذلك، نلاحظ خمسين نوعاً من النباتات في الأنهر الجليدية للمناطق الجبلية، تضفي على الجليد صبغة من الألوان الأحمر والوردي والأصفر. ويصادف أن يصبح الثلج أسود اللون بفضل تراكم الحشرات المترسبة وغير المتأثرة بالصقيع. غير أن ألوان الجليد أو الثلج لا ترتبط بوجود الكائنات الحيّة، فأحياناً يكون لقاح النباتات وغبار

أشجار الصنوبر والشوح الأصفر والذهبي اللون سبباً في إضفاء صبغات متنوعة على الجليد أو الثلج.

٢ـ ٤. هل توجد نباتات تُنذر بتغيّرات في حالة الطقس؟.

يتأثر كثير من النباتات بشكل فعّال بتغيّرات الضوء، وفي أكثر الأحيان، ترافق بعض الزهور حركة الشمس مثل نبتة دوّار الشمس. كما أن أوراق بعض النباتات تتأثر بوضعية الشمس في السماء، وتتخذ وضعيةً أفضل في بعض المناطق القليلة الرطوبة.

ويعود ذلك لظروف التبخّر وليس لظروف الحصول على حرارة الشمس. وللمثال على ذلك، نشير إلى أوراق الأوكاليبتوس وهي من النباتات الاستوائية، وإلى أوراق الغول وهي من نباتات خطوط العرض المتوسطة.

وفي مناطق خطوط العرض المتوسطة، يتأثر كثير من النباتات بالتعرّض للنور وتسعى أوراق هذه النباتات وأزهارها، من خلال حركتها مع الضوء، إلى الحصول، قدر الإمكان، على كمية ممكنة من طاقة الشمس الإشعاعية.

وثمة كثير من الأزهار التي تتفتح عند أشعة الشمس الصباحية، وتنطبق عند الشفق أو عند احتجاب السماء بالغيوم. وفي أكثر الأحيان تحدث هذه الحالة الأخيرة قبل هطول الأمطار، مما يؤكد أن سلوك الأزهار يمكن أن يكون مؤشراً على رداءة حالة الطقس.

وعلى العكس من ذلك، فثمة بعض النباتات التي تتفتح أزهارها عند تخفيف النور أو عند ظهور الغسق والغيوم الكثيفة، مثل زهرة التبغ. أما في المناطق الجافة وشبه الاستوائية، فثمة نباتات تتأثر برطوبة التربة والهواء وتلتفّ أوراقها عندما يحصل نقص في الرطوبة مما يسبب انخفاضاً في عملية التبخر. وعندما يعتدل الطقس وتستعيد الرطوبة مستواها الاعتيادي، تعود الأوراق إلى حالتها الطبيعية.

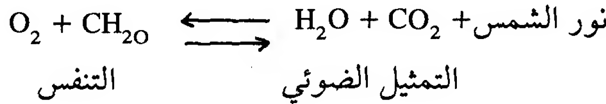
إذن، فالنباتات حسّاسة للتقلبات في حالة الطقس، لكن سلوكها لا يسبق تقلبات الطقس بقدر ما يتبعها.

٢ـ ٥. هل تتنفس النباتات؟.

نعم، فالنباتات تتنفس كالحيوانات مستخدمة أوكسجين الهواء ومحوّلةً هذا الأوكسجين إلى غاز الكربون. إلاّ أن ثمة اختلاف أساسي بين تنفس النباتات وتنفس الحيوانات: فتنفس الحيوانات هو عملية مستمرة طوال اليوم، وتتطلب، بصورة دائمة، هواءً نقياً يحتوي على الأوكسجين. أما النباتات، فتتنفس ليلاً فقط.

أما عملية التنفس المعاكسة في أوراق النباتات، فإنها تتم في أوراق النباتات تحت تأثير أشعة الشمس، وهي عبارة من عملية اتحاد الماء مع غاز الكربون كي ينتج عن ذلك الكربيدرات والأوكسجين الذي يُقذف خارجاً إلى الهواء. وقد أطلق على هذه العملية اسم التمثيل الضوئي photosynthèseÛفهذه العملية تشكل مع تنفس النباتات دورة مغلقةً في تحويل طاقة الأشعة الشمسية إلى طاقة كيميائية تختزنها النباتات على شكل مواد عضوية. وتصبح هذه الطاقة الكيميائية فيما بعد مصدر طاقة للكائنات الحية والحيوانات والإنسان.

وتكتب هذه الدورة حسب التفاعل التالي:



$$O_2 + CH_2O \rightleftarrows H_2O + CO_2 + \text{نور الشمس}$$

التنفس   التمثيل الضوئي

٢ـ ٦. كم تعطي النباتات من الأوكسجين والمواد العضوية لكوكب الأرض؟.

تحتوي النباتات المؤلفة من ٩٠٪ من الأعشاب المائية وأعشاب المحيطات ذات الخلية الواحدة على مئة مليار طن من المواد العضوية، وتفرز حوالي ١٤٥ مليار طن من الأوكسجين. وتستوعب النباتات بذلك حوالي مئتي مليار طن من غاز الكربون. إلاّ أن هذه الأرقام تقريبية، لأن حسابات أخرى كانت قد قدّرت إفراز النباتات على الكرة الأرضية كلها بمليون طن من الأوكسجين. وحسب معطيات العالمين السوفياتيين م. بوديكو وأ. برونوف، فإن استهلاك الحيوانات والنباتات لمادة

الأوكسجين أقل من استيعابها لهذه المادة. ولهذا السبب، ثمة توازن إيجابي لمادة الأوكسجين على الكرة الأرضية، الذي يقدر بواحد على مئات الأجزاء من نسبة الأوكسجين في الغلاف الجوي.

٢ـ٧. هل تكوّن الأوكسجين في الغلاف الجوي بهذه الكمية دفعة واحدة؟ ومتى؟.

يعزو كثير من البحاثة وجود الأوكسجين في الغلاف الجوي إلى الظروف الملائمة في التمثيل الضوئي منذ مئات ملايين السنين. ومن وجهة نظر العالمين السوفياتيين م. بوديكو وأ. برونوف. فقد جرى تطور كبير لمحتوى الأوكسجين في الهواء حول الأرض: وجَدت على الأرض، منذ خمسمائة مليون سنة، كائنات حيّة متعددة الخلايا، تطلّب نموّها الذاتي نسبةً كبيرةً من الأوكسجين في الهواء. وكان وزن الأوكسجين في الغلاف الجوي يساوي منذ خمسمائة مليون سنة ثلث وزنه الحالي، ومن ثم أخذ يزداد تدريجياً.

وفي العصور المتلاحقة، جرى انتشار واسع للأوكسجين، تم بعده انحسار لتنظيم تطور الطبيعة الحيّة. وقد تم هذا الانتشار الواسع في العصر الديفوني ـ الكربوني منذ ٣٠٠ أو ٤٥٠ مليون سنة. وفي النصف الثاني من العصر الحيواني الأوسط منذ ١٥٠ مليون سنة. أما انحسار الأوكسجين، فقد تم في العصر الثلاثي منذ مئتي مليون سنة.

٢ـ٨. كيف تحوّل عالم الحيوان مع تغيير نسبة الأوكسجين في الهواء؟.

يمكن الإجابة على هذا السؤال بشكل افتراضي فقط، وبالاستناد إلى معطيات الجيولوجيين وعلماء الحفريات وتصوراتنا حول احتياجات الكائنات الحية للأوكسجين.

فمن المعروف أن الكائنات الحيّة المتحركة تستهلك كميات كبيرة من الأوكسجين نظراً لاستهلاكها المفرط للطاقة. فعلى سبيل المثال، تستهلك الطيور كميات من الأوكسجين أكثر من الحيوانات البرية، التي

تستهلك كميات أكثر مقارنةً مع الحيوانات المائية، لأن تأثير الثقل في الماء أقل منه في الهواء.

أما الحيوانات التي تتمتع بحرارة ثابتة، فإنها تستهلك كميات من الأوكسجين أكثر من الحيوانات التي تتمتع بحرارة متقلبة هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى، فالحيوانات الضخمة تستهلك كميات من الأوكسجين أكثر من الحيوانات الصغيرة، ويمكننا الافتراض بأن الفقريات خرجت من الماء إلى البر في العصر الديفوني عند الانتشار الأول للأوكسجين، وانقرضت معظم حيوانات العصر القديم البرية في العصر الثلاثي عند انحسار كمية الأوكسجين في الهواء.

أما الثدييَّات، فقد ظهرت عند الانتشار الثاني للأوكسجين، بينما ظهرت الطيور في منتصف العصر الجوراوي وتطلبت كميات أكثر من الأوكسجين نظراً لاستهلاكها للطاقة في أثناء التحليق.

٢ـ٩. ما هي الظروف الجوية الملائمة لنمو أمراض النباتات؟.

إن العنصرين الأساسيين المتوجب توفرهما لنمو النباتات هما درجة الحرارة والرطوبة، أما الغبيرات التي تؤدي إلى ظهور النداوة على الأوراق، والرياح التي تساعد على انتشار هذه الغبيرات إلى نباتات أخرى، فإنها الدافع لنمو الأمراض عند النباتات. وعلى سبيل المثال، فإن مرض البطاطا ـ الفيتوفتور ـ هو نتيجة وجود الجراثيم الفطرية في حبّات البطاطا، والتي تنتقل إلى جذع النبتة بعد نضوج البطاطا.

يبدأ نموّ الغبيرات بعد حلول طقس دافيء (عشر درجات مئوية) ورطوبة مرتفعة، وتحدث العدوى عندما تبقى أوراق النباتات مبلّلة لمدة ثماني ساعات، وخلال أربع ساعات، تتحول هذه الغبيرات، بسرعة، إلى جراثيم فطرية.

وفيما يتعلق بمرض البطاطا ـ الفيتوفتور، فيجد ظروفاً ملائمةً لنموه في الأقاليم المتوسطة، وفي شهر حزيران عادةً.

٢ـ ١٠. لماذا تنتشر الحشرات الضارة بكثرة في أقاليم مناخية معيّنة فقط؟.

يتحدد انتشار الحشرات الضارة تبعاً لظروف البيئة الخارجية الملائمة أو غير الملائمة لتكاثرها. وثمة أنواع من الحشرات تلائمها ظروف خاصة في مناطق مناخية محدّدة. فعلى سبيل المثال، ينتشر ذباب التسي تسي في أفريقيا الاستوائية فقط بين خطوط العرض ١٥ درجة شمالاً و٢٠ درجة جنوباً. ويعيش هذا النوع من الذباب على أوراق الأشجار، حيث يؤمن الظل رطوبة مرتفعة ودرجة حرارة معتدلة تلائم تكاثر هذه الحشرات. وعند ارتفاع نسبة الرطوبة يستطيع ذباب التسي تسي العيش بدون غذاء، بينما يموت في الموسم الجاف خلال ثلاثة أيام. أما الجراد الصحراوي، فإنه يلحق ضرراً كبيراً بالمزروعات في مناطق الشرق الأوسط شبه الاستوائية وفي أفريقيا. وينمو هذا الجراد في ظروف رطوبة مرتفعة بعد هطول الأمطار في الصحارى. والجدير بالذكر، أنّ الجراد يضع بويضاته في تربة رطبة، ويتغذّى الجراد الصغير بالعشب الأخضر قبل نمو أجنحته. أما هجرة أسراب الجراد، فإنها تتم في مناطق هطول الأمطار باتجاه الرياح السائدة وعند درجة حرارة تراوح بين عشرين وأربعين درجة مئوية. وتوجد ظروف الهجرة هذه في مناطق الاقتراب شبه الاستوائية الداخلية عند خطوط العرض السفلى. ونتيجة للتحوّل الموسمي في هذه المناطق، تتحرك قوافل عديدة من الجراد ملتهمةً معها كميات كبيرة من النباتات.

٢ـ ١١. هل تساعد الرياح على انتقال العدوى؟.

نعم، لكن هذه الظاهرة نادرة جداً. إلاّ أن مثيرات بعض الأمراض لا تتكاثر بواسطة الانتشار فقط. وإنما بواسطة الرياح أيضاً. فعلى سبيل المثال، كانت الرياح سبباً أساسياً وراء انتشار مرض الحمى القلاعية Fièvre aphteuse المعدي والخطير، الذي أصاب في عامي ١٩٦٧ و١٩٦٨ الماعز والبقر والخنازير في انكلترا وعموم قارة أوروبا.

ويستطيع الهواء أيضاً نشر غبيرات الحشرات الضارة مثل اليرقان

الذي يصيب نبتة القمح بشكل خاص. وفي عام ١٩٥٥، نثرت الرياح غبيرات اليرقان من شمالي أفريقيا وقارة أوروبا إلى انكلترا، حيث تسبب في إتلاف ٧٥٪ من محصول القمح.

٢ـ ١٢. هل تساعد الأمطار على انتقال العدوى؟.

في الواقع، تستطيع الأمطار الغزيرة تحت درجة حرارة مرتفعة ورطوبة عالية أن تنقل بعض أنواع الأمراض. ففي بعض أقاليم الكرة الأرضية ذات المناخ المعتدل، انتشرت أوبئة الملاريا والكوليرا والزحار والطاعون وخصوصاً في الأعوام الحارة وبعد حدوث فيضانات.

لكن الأمطار ليست سبباً لانتشار هذه الأمراض، بل كان السبب ارتفاع درجة حرارة الهواء ورطوبته، والذي يشكل ظروفاً ملائمة لنمو هذه الأمراض وانتشارها السريع.

٢ـ ١٣. هل لأمراض الدواجن علاقة بالظروف الجوية؟.

تساعد الظروف الجوية، في أغلب الأحيان، على انتشار الأوبئة المعدية، لكنها ليست على علاقة سبب ونتيجة بهذه الأوبئة: إن وجود الحشرات هو سبب الانتشار الواسع لأكثرية الجراثيم، ومن الممكن أن تكون الظروف الملائمة لتكاثر هذه الحشرات سبباً في ظهور الأوبئة.

من جهة أخرى، ثمة كائنات حيّة ونباتات تتغذى بها الحيوانات، من الممكن أن تكون حاملة لهذه الأوبئة. فعلى سبيل المثال، كان نوع من الجلازين سبباً في نقل عدوى الدودة الكبدية إلى النعاج، وتحتاج هذه الدودة الكبدية لتكاثرها، مثل بويضات الطفيليات، إلى حرارة ورطوبة عالية: فعند درجة حرارة أقل من عشر درجات مئوية، لا تنمو الدودة لا في البيضة ولا في خلايا الحلزون.

أما بعض الأمراض المعدية التي تصيب الطيور المنزلية، فإنها تنتشر مع الرياح على مسافة قدرها مئة كيلومتر.

٢ـ ١٤. هل للطقس علاقة بتلف محاصيل البن؟.

تستقر الجراثيم الفطرية على فروع نبتة البن المثمرة. وهذا ما

يسبب إصابتها بالمرض. أما درجة الحرارة الملائمة لانتشار هذه الجراثيم الفطرية، فإنها تقارب ال ٢٢ درجة مئوية. وفي حال استمرار هطول الأمطار وازدياد التبخر المصحوب بانخفاض في درجة الحرارة، هناك إمكانية لانتشار الجراثيم الفطرية التي تصيب نبتة البن كما حصل في كينيا عام ١٩٦٦.

٢ـ ١٥. لماذا تكون التربة تحت الطحلب باردةً أكثر من أي نبات عادي؟.

يعمل الطحلب على نقل الحرارة بشكل سيّء، وفي الوقت نفسه، يعمل على تبخير كمية من الرطوبة مما يؤدي إلى استهلاك إضافي للحرارة من أجل التبخّر.

ولذلك، نلاحظ أن التربة في المناطق الشمالية لا تعمل على إذابة الثلوج بشكل جيد تحت طبقات الطحلب السميكة، أما في المناطق الشمالية ـ الشرقية للاتحاد السوفياتي، فإن الطحلب يساعد على استمرار الجليد لسنوات عديدة.

٢ـ ١٦. كيف تؤثر درجة حرارة الهواء على حياة الحيوانات ذات النظام الحراري المختلف؟.

تؤثر درجة حرارة الهواء، بشكل تام، على حياة الحيوانات كافة. لكن إمكانية نشاط الثديّات والطيور في ظروف حرارية سيئة هي أكبر منها لدى باقي الحيوانات. وفي الوقت نفسه، تستطيع باقي الحيوانات عند وقوعها في حالة خالية من الحركة والنشاط أن تتحمل درجات حرارة منخفضة أكثر من الثديّات والطيور.

أما بعض الحيوانات، التي تتمتع بإمكانية كبيرة للعيش في ظروف مناخية صعبة، فإن نشاطها العملي يبقى محدوداً نظراً لانحصارها في مجال حراري ضيق. وبالرغم من ذلك، فإن الحيوانات التي لا تملك إمكانية التأقلم الحراري للجسم، لا تستطيع أن تتحرك باتجاه الأماكن المعرّضة لأشعة الشمس وأن تتخذ وضعيةً لتسخين أجسامها. وعندما

يتسخن سطح الأرض بالأشعة الشمسية بصورة مفاجئة، تحاول هذه الحيوانات البحث عن أماكن في ظل الأشجار والنباتات لاتقاء الحرّ الشديد.

٢ـ١٧. هل درجة حرارة الجسم ثابتة عند جميع الحيوانات؟.

كلا. فالحيوانات تُقسم حسب النظام الحراري إلى فئتين:

الفئة الأولى هي فئة الحيوانات المتغيّرة الحرارة: الحيوانات العديمة الفقرات والأسماك والزواحف، ولا تملك هذه الحيوانات عملية ميكانيكية للتنظيم الحراري الذي من شأنه أن يحافظ على حرارة الجسم بمستوى ثابت نوعاً ما.

والفئة الثانية هي فئة الحيوانات الثابتة الحرارة: أكثرية الثديات والطيور، ولهذه الحيوانات عملية ميكانيكية للتنظيم الحراري.

تراوح درجة حرارة الجسم عند حيوانات الفئة الأولى ضمن نطاق واسع وتتبع، بشكل عام، درجة حرارة البيئة المحيطة. وإلى جانب البيئة المحيطة، تعطي عملية التجدد في خلايا الجسم تأثيرها الفعّال على حرارة جسم الحيوان، وترتبط هذه العملية بعملية إفراز الحرارة. وفي حالة الإشعاع الشمسي ترتفع درجة حرارة الجسم عند هذه الحيوانات، وتنخفض بسبب فقدان الحرارة في أثناء عملية التبخرّ من سطح الأرض.

الفصل الثالث

الطقس وصحّة الإنسان



الفصل الثالث

الطقس وصحّة الإنسان

اعتنت الطبـيعة، بصورة جيدة، بعملية تكيّف الجسم البشري مع البـيئة المحيطة وتقلبات ظروفها الدورية (خلال يوم واحد أو فصل واحد أو عام واحد) وظروفها الاستطرادية، أي تلك التي تنشأ من وقت إلى آخر دون التقيّد بقانون معيّن.

فالإنسان يتمتع بـ «احتياط معيّن للمثانة»، أي بقدرة على تحمّل تقلبات درجة الحرارة والرطوبة والضغط الجوي ومقدار الإشعاع الطبـيعي والإشعاع الاصطناعي والتركيب الغازي للهواء، وبقدرة على التعرّض للتيارات الهوائية في حدود معيّنة دون الإصابة بأي مرض.

إلاّ أن «احتياط المثانة» هذا ليس متساوياً لدى جميع الناس ويرتبط بالجنس والعمر والحالة الصحية وعوامل أخرى.. وهو ليس كبـيراً لدى الأطفال والشيوخ والأشخاص المصابـين بأمراض مختلفة. ومن شأن أي تغيّر طارىء في حالة الطقس أن يؤثر مباشرة على هؤلاء الناس وأن يجعلهم خارج حالة توازنهم الصحي البدائية، مع أنه لن ينعكس أبداً على الحالة الصحية للأشخاص المعافين.

وقد لوحظ منذ زمن بعيد، أن الطقس لا يؤثر على فئة من الناس فقط، بل على مجموعات بشرية كاملة، وهذا ما حدا بالأطباء منذ ألفي سنة لإعارة الاهتمام للعلاقة الموجودة بـين الطقس وحالات انتشار بعض الأوبئة. وقد اشتهر الطبـيب والعالم اليوناني ابقراط بقوله: «إذا أصيبت مجموعة من الناس بمرض واحد في الوقت نفسه، فإنه ينبغي البحث عن

القاسم المشترك الذي يستخدمه الناس في أغلب الأحيان والمقصود هنا الهواء الذي يتنشقه الإنسان»..

وبذلك، فالهواء وحالته قادران على التأثير على أمزجة الناس وحالتهم الصحية من جهة. ومن جهة أخرى، تحدد درجة حرارة الهواء ورطوبته شروط التبادل الحراري في الجسم البشري، التي تتناول أعضاء التنفس وعمل شروط التبادل في الجسم البشري، التي تتناول أعضاء التنفس وعمل القلب والدورة الدموية والجلد. ويرتبط هذا التبادل الحراري ارتباطاً عضوياً بالتجدد في خلايا الجسم الذي ينتظم تلقائياً من خلال الجهاز العصبي.

أما حالة الهواء، فهي تمثل مكاناً بالغ الأهمية، بحيث أن تلوث الهواء يجعله حاملاً للفيروسات والجراثيم المسببّة للأمراض، التي يرتبط وجودها ونشاطها بدرجة الحرارة ورطوبة الهواء، أي بحالة الطقس.

٣ـ ١. ماذا تدرس المتيورلوجيا البيولوجية الخاصة بالإنسان؟.

المتيورولوجيا البيولوجية هي مجموعة من علوم عديدة، تدرس النواحي البيئية المتعلقة بحياة الإنسان، أي أنها تدرس تأثير البيئة على حياة الإنسان.

إن تأثير المناخ وتقلبات الطقس في الإنسان هو أحد الأقسام الأساسية لهذا العلم. فالباحثون في هذا المجال العلمي يهتمون بتغيّرات حالة الطقس الدورية (الفصلية، اليومية)، بالإضافة إلى اهتمامهم بالتغيرات غير الدورية (الملاحظة من فترة إلى أخرى) التي تنعكس على صحة الإنسان ومزاجه وإمكانية العمل لديه.

٣ـ ٢. ما هي العناصر المتيورولوجية التي تؤثر على صحة الإنسان في بادىء الأمر؟.

إن العنصرين المتيورولوجيين اللذين يؤثران على صحة الإنسان قبل كل شيء هما درجة حرارة الهواء ورطوبته اللتان تحددان احتواء الهواء على الحرارة.. من ثم تأتي الرياح التي تحمل تيارات ملائمة

لعيش الإنسان في طقس دافىء، وتيارات غير ملائمة لعيشه في طقس بارد. أما الإشعاع الشمسي القصير الموجات والإشعاع الطويل الموجات المنطلق من سطح الأرض، فإنهما يلعبان دوراً هاماً في حياة الإنسان.

ومن الخصائص المتيورولوجية الهامة والمؤثرة على جسم الإنسان ـ حالة السماء التي تحدّد ظروف الإنارة. وكمية الأشعة ما فوق البنفسجية التي تؤثر بشكل مباشر في بشرة الإنسان. وينبغي ألا ننسى الضغط الجوي وهو الضغط الجزئي للأوكسجين. أما حقل الأرض المغنطيسي، فإنه يلعب دوراً هاماً في التأثير في حياة الإنسان إلى جانب وجود الكهرباء الجوية والأيون في الهواء.

وأخيراً، هناك بعض الظواهر الخطيرة على حياة الإنسان، مثل الأعاصير والزوابع والفيضانات التي تنبىء بكوارث طبيعية.

٣ـ٣. ما هي إمكانية التأقلم عند الإنسان؟.

إن إمكانية التأقلم عند أكثرية الناس كبيرةٌ جداً، فقد استطاع الإنسان أن يستوطن في الأقاليم المناخية كافة، إنطلاقاً من خط الاستواء وحتى القطبين، وعلى كل الارتفاعات عن سطح البحر حتى ارتفاع ٤٥٠٠ متر. لكن هذه الإمكانية هي أقل بكثير لدى بعض الناس، وحتى لدى مجموعات بشرية كاملة.

هناك شكلان أساسيان لتأقلم أو لتكييف جسم الإنسان بالظروف المناخية: الشكل الوراثي والشكل المُكتسب.

فالشكل الوراثي للتأقلم ظهر نتيجة لعملية التطور في حياة الأجيال البشرية على مدى سنوات طويلة. أما الشكل المكتسب، فإنه يظهر خلال حياة الفرد عند انتقاله من إقليم مناخي معيّن إلى آخر. فعلى سبيل المثال، تجري عملية التأقلم في سن الطفولة بشكل أسهل منه في عمر الشباب. إلاّ أن هذه العملية محدودة جداً حتى السنة الأولى من عمر الطفل، وتبدأ بالنمو بعد عشر سنوات بحيث تبلغ ذروتها في عمر يراوح بين عشرين وأربعين سنة، ومن ثم تخف هذه الإمكانية تدريجاً نحو الشيخوخة.

من ناحية أخرى، ثمة صعوبة كبيرة للتأقلم في المناطق المناخية المتطرفة، ولا يستطيع بعض الناس التكيّف مع ظروف هذه الأقاليم لأن مستوى التطرف المناخي فيها يفوق قدرة الجسم البشري عل التأقلم. وينبغي على هؤلاء الناس الرحيل من هذه المناطق أو تكوين ظروف مناخية اصطناعية. ومن الخطأ أن يأمل بعض الناس بتطور فائق في إمكانيتهم على التأقلم فضلاً عن تلك القدرة الموجودة لديهم.

٣ـ ٤. لماذا يجد سكان المناطق المعتدلة صعوبة في العيش في المناخ الحار؟.

يعتقد العديد من البحاثة أن الطقس الحار لا يؤثر سلباً على سكان المناطق المعتدلة. غير أن عامل التكيّف بالظروف المناخية في المناطق الحارة يبقى ضئيلاً جداً بالنسبة لسكان القارة الأوروبية. فالعديد من سكان هذه القارة يتعرضون لمختلف الاختلالات الحرارية مثل ضربة الحرارة والإخلال بالتجدّد المائي والإرهاق المزمن والحصف الاستوائي وافتقار الجسم للماء وحروق الشمس... إلخ.

وفضلاً عن ذلك، فإن الأشخاص ذوي البشرة غير المبقعة يصابون بسرطان الجلد عند تعرضهم لأشعة الشمس ما فوق البنفسجية لفترة طويلة.

٣ـ ٥. هل يؤثر المناخ على نمو الإنسان وطول قامته؟.

تلعب الظروف المناخية دوراً هاماً في نمو الإنسان وطول قامته، مع أن الغذاء له تأثير أساسي في هذا المجال.

أما البلوغ الجنسي، فإنه يتم عند الإنسان في المناطق الحارة قبل غيره في المناطق الباردة. ومن الملاحظ أن نسبة الحمل والولادة لدى سكان المناطق الجبلية المرتفعة هي قليلة نظراً لقلة ضغط الأوكسجين.

٣ـ ٦. هل يتعرض الناس لأمراض موسمية؟.

نعم، فإحصاء الإصابات بالأمراض والوفيات له ناحية اجتماعية

وأخرى متعلقة بالسن. وفي البلدان الصناعية المتطورة مثلاً تقل نسبة الإصابات لدى الطبقات الميسورة بالمقارنة مع الطبقات الفقيرة في البلدان الأخرى.

أما إحصاء الإصابات للأعمار المراوحة بين سنة واحدة و٢٥ سنة، فإنه لا يظهر سيراً موسمياً، بينما نجد هذا الإحصاء واضحاً جداً بالنسبة للأعمار ما فوق الستين سنة وعند الأطفال دون السنة الواحدة من العمر، كما يلاحظ هذا السير الموسمي للاصابات نوعاً ما بالنسبة للأعمار ما فوق الـ ٢٥ سنة.

أما في البلدان الخالية من الأوبئة والوفيّات المبكرة والمرتبطة بهذه الأوبئة، فإن مؤشر الوفيات يرتفع شتاءً وينخفض صيفاً، وتحدث الإصابات بالتالي بنسبة كبيرة في الأشهر الباردة من السنة. ففي بادىء الأمر، هناك الإصابات بأمراض القلب والأمعاء والالتهاب الشعبي والالتهاب الرئوي والانفلونزا، أما أمراض المعدة والأمعاء فتلاحظ الإصابة بها في فصل الصيف فقط، وفيما يتعلق بالوفيات الناجمة عن الأورام الخبيثة، فليس لها أي علاقة بفصول السنة.

من ناحية أخرى، تبلغ الإصابات والوفيات حدها الأقصى عند الارتفاع والانخفاض الشديدين في درجة الحرارة، وتبلغ حدّها الأدنى عند درجات حرارة تراوح بين ٢١ و٢٣ درجة مئوية. أما في الفترات الحارة من السنة، فإن الوفيات تكثر لدى المتقدمين في السن.

٣ـ ٧. هل باستطاعة مناخ ما أن يكون سبباً في إصابات خاصة؟.

نعم. فهذا صحيح بشكل أساسي بالنسبة للأمراض المعدية التي تنتقل من خلال المياه والحشرات. فلهذه الحشرات تكوين مساوٍ لدرجة الحرارة isothermique ومتزامن معها، بحيث أن نمو هذه الحشرات يتأثر جداً بالرطوبة ودرجة الحرارة.

وعلى سبيل المثال، فالملاريا والحمّى الصفراء تنتقلان بواسطة حشرات المنطقة الإستوائية التي تتميز بارتفاع درجة الحرارة والرطوبة. أما التيفوس الطفحي، فإنه ينتقل بواسطة القمل الذي يعيش في الملابس

الدافئة وفي بيئة غير صحية، وبذلك، فالتيفوس هو مرض خاص بالمناخ البارد.

٣ـ٨. ما هو المجال الحراري للراحة؟ Zone de Comfort thermique.

إن المجال الحراري للراحة هو المجال الواقع بين درجة حرارة معيّنة وبين نسبة رطوبة الهواء، والذي يشعر المرء معه بصحة جيدة. وبإمكاننا المحافظة على هذا المجال الحراري في الأماكن المكيّفة تبعاً للتناسب التالي بين درجات الحرارة ورطوبة الهواء النسبية:

درجة الحرارة (مئوية)	٢٠	٢٥	٣٠	٣٥
الرطوبة النسبية (٪)	٨٥	٦٠	٤٤	٣٣

وبالاستناد إلى الأسس والقواعد الأخيرة في إنشاء المباني السكنية، والمحافظة على المجال الحراري للراحة، تقرر تحديد كمية تكييف الهواء للشخص الواحد بمقدار ١٢ متر مكعب بسرعة ٢٥٠ ليتراً في الدقيقة. فهذا التكييف المكثف ضروري من أجل تلافي تمركز غاز الكربون داخل المكان، والذي من شأنه أن يؤدي إلى خلل في المجال الحراري للراحة حتى خلال فترة مناسبة من درجة الحرارة والرطوبة.

٣ـ٩. ما الذي يسبب خللاً بالراحة الصحية داخل المساكن؟.

نتيجةً لوجود الهواء في الغرف غير المكيّفة بشكل جيد. وخصوصاً تلك التي تجري فيها عملية التدفئة باستخدام الغاز أو أنواع أخرى من الوقود. يتجمع غاز الفحم أو أول أوكسيد الكربون والجسيمات الرمادية الهوائية والإيونات الثقيلة، التي تشكل مجتمعةً خطراً على صحة الإنسان.

أما في المطابخ وغرف التدخين، فإن نسبة هذه المواد الملوّثة ترتفع إلى عشر مرات وحتى عشرين مرة عن نسبتها في الهواء الطلق، وقد تبيّن أن نسبة هذه المواد الملوّنة في الأماكن المكتظة بالناس

(قاعات المدارس، أماكن العمل، عربات القطارات) تزيد خمس أو عشر مرات على نسبتها في الهواء الطلق.

٣ـ ١٠. ما هي درجات الحرارة الحرجة Critique للبيئة؟.

إن درجات الحرارة الحرجة هي الحد الأقصى والحد الأدنى لمقادير درجات الحرارة التي تؤلف ما نسميه مجالاً حرارياً للراحة، أي درجة حرارة البيئة المحيطة بنا، والتي يحافظ جسم الإنسان من خلالها على اتزان حراري أفضل. وبعبارة أخرى، فإن الإنسان عندما يكون خارج حدود هذه المقادير الحرجة لدرجة الحرارة، يشعر بتردٍ في صحته. أما جوهر المسألة فيكمن في أن تنظيم جسم الإنسان الحراري (المحافظة على درجة حرارة ثابتة) يتم بطرق متنوعة في حال الاختلاف بدرجات حرارة البيئة المحيطة بنا ودرجة حرارة الجسم وهي ٣٧ درجة مئوية تقريباً. ومن هذه الطرق المتنوعة للتنظيم الحراري: التبخّر، الإشعاع Radiation، الحمل Convection، التوصيل الحراري Conduction. لكن التنظيم الحراري للجسم يتم تلقائياً ودون أي جهد إضافي أو شعور غير ملائم في الصحة ضمن الحدود الحرجة لمقادير درجات الحرارة فقط، أي عندما يحافظ الجسم على اتزانه الحراري. أما عند بلوغ الحدود الحرجة لدرجات الحرارة، يحدث بعض الخلل في الاتزان الحراري للجسم ويشعر الإنسان بالضيق، مما ينذر باتخاذ التدابير الضرورية لاستعادة حالة الاتزان الحراري في الجسم.

تختلف المقادير الحرجة لدرجات الحرارة باختلاف أجسام الناس، أما المعدل الوسطي للمجال الحراري للراحة فيراوح بين ٢١ و٢٤ درجة مئوية، والحد الأقصى لدرجات الحرارة الحرجة ٢٧ درجة مئوية والحد الأدنى لها ١٨ درجة مئوية. والجدير بالذكر، أن مقادير درجات الحرارة في المجال الحراري للراحة تختلف أيضاً حسب رطوبة الهواء وسرعة الرياح.

٣ـ ١١. ما هي درجة الحرارة الفعّالة؟

درجة الحرارة الفعّالة هي أحد الدلائل المتيورولوجية التي تبيّن

فعالية تأثير العناصر المتيورولوجية على الإنسان (درجة الحرارة، الرطوبة، الرياح) من خلال مؤشر واحد يسمى درجة حرارة الهواء الفعّالة.

إذن، فدرجة الحرارة الفعّالة هي درجة حرارة الهواء الجافّ في حال انعدام الرياح، التي تؤثر على جسم الإنسان كما في الهواء الرطب في حال وجود الرياح، أما الهواء الرطب فإنه يتمتع بدرجة حرارة فعّالة في الطقس الحار أعلى من درجة الحرارة الموجودة فعلياً. وفي حال هبوب الرياح تقل هذه الدرجة الفعّالة عن الدرجة الموجودة. وعلى العكس من ذلك، فإن درجة الحرارة الفعالة تقل عن الدرجة الموجودة في حال وجود رطوبة مرتفعة وعند هبوب الرياح في الطقس البارد.

من جهة أخرى، يجري تحديد درجات الحرارة الفعّالة بالاستناد إلى مؤشرات ميزاني حرارة، الأول مبلّل والآخر جاف، بالإضافة إلى معلومات عن سرعة الرياح. ويستخدم البحاثة في حساب درجات الحرارة الفعّالة عادةً معادلات رياضية ورسوماً بيانية معقدة، تختلف نتائجها من باحث إلى آخر. ويبيّن الجدول التالي مقادير درجات حرارة الهواء في حال انعدام الرياح ومقادير أخرى متناسبة مع سرعة الرياح ومقدار البرودة.

سرعة الرياح (متر في الثانية)	درجة حرارة الهواء (مئوية)						
هدوء	١	-٣	-٩	-١٥	-٢٠	-٢٦	-٣١
٢ ـ ٤	-١	-٦	-١٢	-١٧	-٢٣	-٢٨	-٣٤
٦ ـ ٧	-٩	-١٧	-٢٣	-٣١	-٤٠	-٤٥	-٥٣
١٠ ـ ١١	-١٧	-٢٠	-٢٨	-٣٧	-٤٥	-٥٣	-٦٢
١٥ ـ ١٦	-٢٠	-٢٣	-٣٤	-٤٠	-٥١	-٥٩	-٦٧

٣ـ١٢. ما هو مؤشر الرياح للبرودة؟

إن مؤشر الرياح للبرودة هو كمية الحرارة التي يتخذها الغلاف

الجوي من وحدة المساحة السطحية، ويبيّن هذا المؤشر درجة البرودة تحت تأثير الرياح ودرجة حرارة الهواء دون أخذ عملية التبخر بعين الاعتبار. أما برودة جسم الإنسان، فيجري تحديدها إنطلاقاً من درجة حرارة بشرته المتوسطة وهي ٣٣ درجة مئوية.

وفي حساب مؤشر الرياح للبرودة يمكننا الاستعانة بالمعادلة التالية:

م ر ب: (١٠٠س + ١٠,٤٥ ـ س) (٣٣ ـ ح).

حيث م ر ب ـ مؤشر الرياح للبرودة؛

س ـ سرعة الرياح، متر في الثانية؟.

ح ـ درجة حرارة الهواء، مئوية.

يبلغ مؤشر الرياح للبرودة ذروته في منطقة القطب الجنوبي. فعلى سبيل المثال، تبلغ درجة الحرارة في فصل الصيف ٢٥ درجة مئوية تحت الصفر وسرعة الرياح ٤٩ متراً في الثانية. ومن الملاحظ أن مؤشر الرياح للبرودة في فصل الصيف بمنطقة القطب الجنوبي أكبر منه في فصل الشتاء بالمناطق المعتدلة.

وفي بعض الأحيان، يتخذ مؤشر الرياح للبرودة مقداراً ثابتاً في حالات مختلفة من درجة الحرارة وسرعة الرياح. فعلى سبيل المثال، وعند وجود درجة حرارة تساوي ٦,٧ درجاة مئوية تحت الصفر ورياح تبلغ سرعتها ٢٢ متراً في الثانية، نشعر بالبرودة نفسها كما لو كانت درجة الحرارة ١٨,٩ درجة مئوية تحت الصفر وسرعة الرياح ٤,٦ أمتار في الثانية.

٣ـ١٣. ما هي درجة الحرارة القصوى التي يستطيع تحمّلها الإنسان؟.

يستطيع الإنسان أن يتواجد لفترة زمنية قصيرة جداً فقط في الهواء الجاف وتحت درجة حرارة قصوى، فدرجة الحرارة القصوى، التي

يستطيع تحملها الإنسان ١٦٠ درجة مئوية، وقد تبيّن ذلك للفيزيائيّين البريطانيّين بلاغدن وتشينتري من خلال تجربتهما الشخصية. وتذكر بعض المراجع درجات حرارة أعلى من ذلك: ١٧٠ درجة مئوية في منشورات عام ١٨٢٨ وحتى ١٨٠ درجة مئوية أيضاً. والحق يقال إن هذه المعلومات غير دقيقة.

ويستطيع الإنسان تحمّل درجة الحرارة ١٠٤ درجات مئوية لمدة أقصاها ٢٦ دقيقة، و٩٣ درجة مئوية لمدة ٣٣ دقيقة، و٨٢ درجة مئوية لمدة ٤٩ دقيقة، و٧١ درجة مئوية لمدة ساعة كاملة. وقد جرى تثبيت هذه الأرقام بالاستناد إلى التجارب التي أقيمت على أشخاص متطوعين تمتعوا بصحة جيدة.

٣ـ١٤. ما هي درجة الحرارة الدنيا التي يستطيع الانسان تحمّلها؟

يرتبط تحمّل الإنسان لدرجة الحرارة الدنيا بصحته وبما يرتديه من ملابس قبل كل شيء، كما يرتبط بسرعة الرياح بشكل أساسي.

يستطيع سكان منطقة ياقوتيا، وهي منطقة باردة في شرق الاتحاد السوفياتي، التواجد في فصل الشتاء لساعات عديدة في الصقيع عند درجة حرارة أقل من ٥٠ درجة مئوية تحت الصفر. لكنهم يرتدون الملابس المناسبة لتحمّل درجة الحرارة هذه.

وفي منطقة القطب الجنوبي التي تجري فيها أبحاث علمية، يخرج البحاثة لساعات عديدة إلى الهواء الطلق حيث الصقيع والرياح الشديدة. ولهذا السبب، لا يكفيهم ارتداء الملابس الدافئة المضادة لاختراق الريح، فيضطرون إلى ارتداء الأقنعة أو القلانس الفرائية على الوجه.

عند ارتفاع برودة الريح ووصولها إلى رقم قياسي يفوق الـ ١٤٠٠، تبدأ أقسام البشرة المكشوفة على الريح بالتجمد. وبحكم عمل البحاثة ضمن الأبحاث العلمية في منطقتي القطبين الشمالي والجنوبي، فإنهم مضطرون إلى الخروج في الهواء الطلق باستمرار. وفي سبيل تفادي الصقيع وسرعة الرياح الكبيرة، يرتدي هؤلاء البحاثة الملابس المسخّنة كهربائياً، والتي يقل وزنها كثيراً عن الملابس العادية. ومن خلال

تجارب هؤلاء البحاثة، جرى تحديد درجة الحرارة الدنيا التي يستطيع تحمّلها الإنسان لفترة زمنية قصيرة وهي ٨٨ درجة مئوية تحت الصفر.

٣ـ ١٥. ما هي العملية الميكانيكية للانتظام الحراري عند الإنسان؟

يحافظ جسم الإنسان على درجة حرارة ثابتة بواسطة تنظيمه للاسترداد الحراري بالنسبة للظروف الخارجية وطبيعة عمله ونشاطه في فترة زمنية معينّة. وعند انخفاض درجة حرارة الهواء وازدياد الاسترداد الحراري، يبدأ الطعام بتسخين جسم الإنسان ممّا يعوّض عن الخسارة الحرارية. وفي الوقت نفسه، وكي ينخفض الاسترداد الحراري، تتقلص الأوعية في الغطاء الجلدي، ويقل تردّد التنفس وعدد نبضات القلب في الدقيقة، وعند ذلك يبدأ الجسم بالادخار في استهلاك الطاقة.

أما الارتفاع في درجة حرارة الهواء، فإنه يسبب حالات أخرى: تتسارع نبضات القلب، ويتزايد تسرّب الدم إلى الغطاء الجلدي، ويرتفع بالتالي الاسترداد الحراري. وإذا كان ذلك غير كافٍ، تبدأ بعد ذلك عملية إفراز العرق، الذي تخرج معه كمية الحرارة الفائضة في الجسم.

إن الاسترداد الحراري لا يرتبط بدرجة الحرارة فقط، بل برطوبة الهواء والرياح والنظام الإشعاعي. وبعبارة أخرى، فإن الاسترداد الحراري يرتبط بمجمل عملية التبريد، وبعوامل أخرى ليست مدروسةً بشكل كافٍ حتى الآن (مثل الحالة النفسية لدى الإنسان والجهود الانفعالية).

٣ـ ١٦. هل تتغيّر درجة حرارة جسم الشخص المعافى؟

تتغيّر درجة حرارة جسم الشخص المعافى على مدى ٢٤ ساعة بصورة عفوية، وتتقلّب تبعاً لنظام التغذية وحركة العضلات وظروف البيئة الخارجية. أما التقلبات العادية في درجات الحرارة لدى الشخص المعافى، فإنها تبلغ أجزاءً محددة من درجة واحدة، إلاّ أنه يمكن أن تبلغ عدة درجات لدى بعض الناس.

٣ـ ١٧. إلى أي حدّ تهبط درجة حرارة الجسم في حالة البرودة؟

تراوح درجة حرارة بشرة الإنسان، باستثناء بعض المواضع

الحسّاسة، بـين ٣١ و٣٥ درجة مئوية، أي بدرجتين أو خمس درجات أقل من درجة حرارة الجسم. وفي حالة البرودة المتواصلة تهبط درجة حرارة البشرة إلى ٢٩ درجة مئوية، مما يؤدي إلى حدوث ارتجاف يفرز الجسم معه كمية فوق العادة من الحرارة. ومن جهة أخرى، يقع كثير من الناس في حالة غيبوبة عند هبوط درجة حرارة البشرة حتى ٢٧ درجة مئوية.

وفي المناطق الشمالية، يتحمل بعض الناس هبوط درجة حرارة الجسم حتى ٢٥ أو ٢٤ درجة مئوية. والجدير بالذكر، أن قلب الإنسان يستطيع أن ينبض حتى تحت درجة حرارة أقل من ٢٤ درجة مئوية، أما الموت، فيحل عادةً عند درجة حرارة قدرها ٢١ درجة مئوية. والجدير ذكره أيضاً، أن بعض الأشخاص تمكنوا من السير والتكلم عندما كانت درجة حرارة أجسامهم ٢٨ درجة مئوية؛ والأكثر من ذلك، هو أن بعض المرضى تمكنوا أيضاً من التحدث بكلام عاقل وفطن عند درجة حرارة ٢٦ وحتى ٢٤ درجة مئوية.

٣ـ١٨. ما هو الاتزان الحراري لجسم الإنسان؟

من المعروف أن درجة حرارة بشرة الإنسان تتغيّر ضمن مجال واسع فوق العشرين درجة مئوية، تبعاً لحالته الصحية والظروف الخارجية، ويتغيّر بالتالي شعوره بالحرارة. وقد بـيّنت التجارب، أن معظم الناس يبدأون بالشعور بالبرد عندما تنخفض درجة حرارة الجسم السطحية عن ٢٩ درجة مئوية، ويبدأون بالشعور بالحرارة عند ارتفاع درجة الحرارة إلى ما فوق الـ ٣٤,٥ درجة مئوية. أما درجة الحرارة السطحية المريحة لجسم الإنسان فتساوي ٣٣ درجة مئوية. وعند الاستقرار في درجة الحرارة السطحية لجسم الإنسان، يبقى الشعور بالحرارة ثابتاً، إذ يتزن تقبل الحرارة في الجسم واستهلاكها.

الفصل الرابع

الشذوذ في تقلبات الطقس



الفصل الرابع

الشذوذ في تقلبات الطقس

مع أن تعبير «الشذوذ في تقلبات الطقس» ليس موجوداً في لغات العالم كافة، كما أنه ليس من الضروري تفسير تركيبه اللفظي، فإننا سنتفق على فهمه كمجموعة من الظواهر المتيورولوجية غير المألوفة، والتي تتكون من حين إلى آخر في منطقة أو أخرى من مناطق الكرة الأرضية، وتستدعي الاستغراب والقلق نتيجة حدوثها المفاجىء وتفردها.

إن الشذوذ في حالة الطقس هو بالطبع أمر نسبي. فعلى سبيل المثال، وعندما تساقطت الثلوج على جزر النار في جنوبي الكرة الأرضية أو على رأس نوردكاب في أقصى شمالي أوروبا، فإن ذلك لم يكن ظاهرة غير مألوفة تستدعي اندهاشاً خاصاً. أما عندما تساقطت الثلوج في مناطق أفريقيا الاستوائية، وبالذات في مدينة مابوتو في معمعان صيف أفريقيا الجنوبية، أي في شهر كانون الثاني عام ١٩٧٩، فإن ذلك لم يُدهش سكان موزامبيق وحسب، بل أدهش خبراء المتيورولوجيا في كلا نصفي الكرة الأرضية. ويوم ذلك، أشار الترمومتر إلى ٤٢ درجة مئوية عشية تساقط الثلوج، وكان الطقس حاراً استوائياً كالعادة، وفجأة تلبدت السماء بالغيوم الداكنة وتساقطت الثلوج وهبطت درجة الحرارة إلى ٢٧ درجة مئوية بصورة مفاجئة: أليس ذلك شذوذاً في تقلّبات الطقس؟ ومع أن الثلوج ذابت بصورة سريعة وهطلت بعدها أمطار استوائية غزيرة كالعادة، فإن تساقط الثلوج كان بالنسبة لسكان مابوتو حدثاً استثنائياً سيذكرونه كأي معجزة أخرى.

تتكرر أنواع الشذوذ في تقلبات الطقس على كامل مساحة الكرة الأرضية وتختلف من حيث أشكال حدوثها، لكنها تتميز مجتمعة بخاصية مشتركة واحدة هي أنها تحدث فجأةً ومن النادر جداً التنبؤ بحدوثها مع أن ذلك ممكن في بعض الأحيان.

إذن، ما هي أسباب الشذوذ في تقلّبات الطقس؟ وما هي طبيعته وكيف فهل نتصرف إزاءه: كتصرفنا مع الظواهر الشبيهة بالمعجزات والتي تحدث عن طريق الصدفة أم كتصرفنا مع الظواهر النادرة. الطبيعة طبيعية للغاية والتي تخبّىء بين طياتها أية أسرار واستحالات لفهمها؟ فَلْنُجرّب إدراك ذلك؟.

٤ـ ١. هل يمكننا التنبؤ بالتقلبات الشاذة في حالة الطقس؟

يمكننا القيام بذلك من حيث المبدأ، ولكن ليس في جميع الحالات. فهذا التنبؤ يصعب بشكل خاص بالنسبة للظواهر النادرة جداً، لأن حسابها بالطرق الرياضية المباشرة تعترضه صعوبة بالغة ولا يتخذ طابعاً موضوعياً. وبعبارة أخرى. فإن التنبؤ بهذه الظواهر يرتبط بالعوامل الذاتية كالكفاءة والخبرة لدى الموظفين في مصلحة الأرصاد الجوية، لأنه من الصعب جداً التنبؤ بظاهرة معينة لم تحصل قط في منطقة ما مثل البرق الكروي في المنطقة القطبية وتساقط الثلوج في مابوتو.

وعند تحضير النشرة الجوية، ينبغي الأخذ بالاعتبار حدود التغييرات في تلك المواصفات المتيورولوجية المعروفة في علم المناخ. فهذا صحيح دون شك، لكن ثمة بعض الحالات الاستثنائية المتعلقة بالظواهر النادرة للغاية وغير المدوّنة في سجلات الدليل المناخي. إذن، فهذه الظواهر تعتبر شذوذاً وأهواءً وتقلبات غريبة ونادرة في حالة الطقس.

لقد تطورت الطرق الرياضية في تحضير النشرات الجوية إلى درجة استخدام الحواسيب الإلكترونية، التي أدخلت تغييراً كبيراً في عملية التنبؤ بظواهر الطقس النادرة، إلاّ أن هذه الحواسيب لا يمكنها التنبؤ بكل الظواهر، كما لا يمكنها أن تحسب مسبقاً جميع العناصر المتيورولوجية ـ

كالضغط الجوي مثلاً. ومن جهة أخرى، لم يستطع العلم حتى الآن، للأسف، أن يحسب مسبقاً كمية الأمطار وقوتها بواسطة الحواسيب الالكترونية بالدقة المطلوبة، وكذلك هي الحال بالنسبة للعواصف والبَرَد والرعد والأعاصير. ومن هنا نجد صعوبة تامة في التنبؤ بشذوذ تقلّبات الطقس.

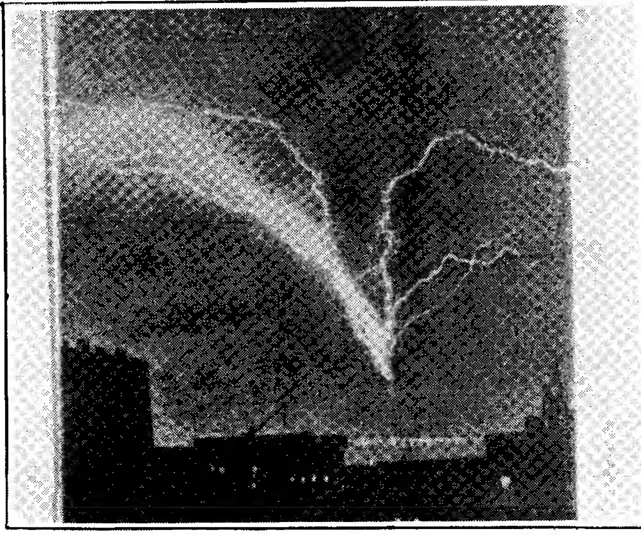
٤ـ ٢. كيف ينشأ الرعد؟

ينشأ الرعد عند عدم الاستقرار الشديد في الهواء، وبدقة أكثر، عندما تهبط درجة حرارة الهواء بسرعة فائقة تناسباً مع الارتفاع ـ بمعدل عشر درجات مئوية لكل كيلومتر واحد من الارتفاع، وعندما يكون الهواء غنياً بالرطوبة وساخناً بشكل كافٍ في الطبقة السفلى من الغلاف الجوي. ويحتاج الرعد إلى طاقة هائلة مركزة في حجم قليل من السحب الممطرة والمكفهرة. وتستمد هذه الطاقة قوتها من بخار الماء الذي يبرد كلما تصاعد ويتكاثف كي يفرز الحرارة المولّدة لهذه الطاقة.

أما الظروف الملائمة لنشوء الرعد، فإنها تكمن عادةً في خطوط العرض السفلى، أي في المناطق ذات المناخ الرطب والحار، حيث يحدث الرعد باستمرار على مدار السنة، بينما تكامل هذه الظروف في أغلب الأحيان، بالمناطق المعتدلة في فصل الصيف.

٤ـ ٣. ما هو البرق الطولي؟

تتكون الشحنات الكهربائية للغلاف الجوي في حال حدوث الرعد داخل السحب الرعدية، وبين هذه السحب نفسها، وبين السحابة الواحدة وسطح الأرض. وفي جميع الحالات، تتكون هذه الشحنات بين مختلف البؤر المشحونة كهربائياً في الغلاف الجوي على شكل برق يجري بسرعة هائلة بين هذه السحب. أما البرق الطولي، فتتم ملاحظته أكثر من أي شكل آخر من أشكال البرق، وهو يكوّن خطاً منكسراً ومتعرجاً يبعث نوراً ساطعاً. فهذا الخط في الواقع هو طريق الالكترونيات التي تتحرك بسرعة مقدارها ٣×١٠^{٤} كيلو متر في الثانية،



البرق الطولي ـ شحنات كهربائية بين الغيوم والأرض

ويستطيع المراقب أن يلاحظ هذا البرق الخطي (أو الطولي) بجزء ضئيل من الثانية، وهو وقت كافٍ كي تقطع الشحنة الكهربائية طريقها من بؤرة إلى أخرى. وتقدر مسافة هذا الطريق بعدة كيلومترات.

٤ ـ ٤. ما هو البرق الكروي؟

يتميز البرق الكروي عن البرق الطولي العادي وعن سائر أشكال البرق ليس من خلال شكله المشابه لكرة منيرة يراوح قطرها بين ٣ و ٢٠سم وحسب، وإنما من خلال طبيعته وظروف تكوّنه.

وتلاحظ ظاهرة البرق الكروي عند اشتداد العواصف، وبعد تكرار حدوث البرق الطولي لمرات عديدة وهطول الأمطار. إذن، فلهذه الظاهرة طابع تكراري وهي تأتي نتيجة حدوث العواصف وأنواع البرق الأخرى، ويستمر ظهورها لبضع ثوانٍ ويتعدى ذلك، في بعض الأحيان، إلى دقيقة واحدة. أما سرعة حركة البرق الكروي فإنها ضئيلة جداً، مع أنها يمكن أن تتوقف لبضع ثوان. وأما نوره فليس ساطعاً ومثله مثل مصباح صغير يراوح لونه بين الأحمر الفاتح والبرتقالي والأبيض. وفي بعض الأحيان، يدور هذا البرق ويطلق الشرارات ثم يختفي وكأنه يذوب

في الهواء الخارجي أو ينفجر. وتراوح درجة الحرارة داخل البرق الكروي بالنسبة لحالته (الإنارة، اللون) بين ٨٠٠ و١٣٠٠ درجة كلفن، أما كثافة مادته فهي قريبة إلى كثافة الهواء.

وحسب الاعتقادات الأخيرة، فإن البرق الكروي يمثل كتلةً مكثفة من البلازما، أي من الغاز الأيوني المؤلف من مزيج لأيونات غازات الهواء وجزيئات الماء. وتشكل هذه الجزيئات وحدات تسمى كلاستر، وتحدث عند تفاعلها مع الأيونات توتراً سطحياً يعطي البلازما شكلاً كروياً.

وبالنسبة لاستيعاب البرق الكروي للحرارة ومن ثم تصريفها، فإنه يتسخن في البدء ومن ثم ينفجر أو يبرد تدريجاً ثم يتحلل ويختفي دون إحداث أي صوت. وهناك فرضيات أخرى حول طبيعة هذا البرق الكروي منها الكيميائية والكهرومغنطيسية، التي لا تنطبق مبادئها، بشكل تام، مع المعطيات الموضوعية لهذه الظاهرة الغريبة والنادرة. وحتى وقتنا الحاضر، لا توجد تفسيرات مستفيضة لهذه الظاهرة، مع أن العلماء باشروا بدراستها منذ ١٥٠ سنة تقريباً وفي عام ١٨٣٨ بالتحديد، أي عندما اكتشف الفيزيائي الفرنسي آراغو لأول مرة هذه الظاهرة.

٤ـ٥. ما هي أشكال البرق الأخرى؟

إلى جانب البرق الطولي والبرق الكروي، هناك البرق المتشعب الذي يشبه غصن شجرة عارياً من الأوراق. فهذا البرق هو طولي بطبيعته، لكنه يتميز عن غيره بمرور الشحنة فيه عبر مجموعة مجاري، وليس عبر مجرى واحد. وهناك أيضاً البرق المسطّح، وهو إشعاع مائل إلى البياض في جزء من السحابة الرعدية لا يحدث صوتاً ويستمر لبضعة أجزاء من الثانية.

٤ـ٦. ما هي خطورة شحنات البرق وكيف يمكن تفاديها؟

قد تكون شحنات البرق بالغة الخطورة، إذ تبلغ قوة التيار في مجرى البرق مئات الآلاف من الأمبير. فالعديد من الناس يموتون سنوياً

بـ «ضربة البرق» في تلك البلدان التي تعنُف فيها العواصف الرعدية والبرق. وفي الولايات المتحدة الأميركية، يقع حوالي ألفي شخص سنوياً ضحية ضربة البرق، يموت منهم حوالي الخمسمائة. إنّ أكثر الإصابات بضربة البرق (الصاعقة) تحدث في المناطق الزراعية، أما في المدن، فهذه الإصابات نادرة جداً لأن الأبنية تمثل ستاراً واقياً. أما الوقاية من البرق في الحقل الزراعي أو في الغابة، فإنها تكمن في اللجوء إلى أشجار منفردة باسقة.

٤ـ٧. متى تحدث العواصف الرعدية؟

تحدث فوق سطح الأرض كل ثانية ١١٧ شحنة رعدية، يتوزع نصفها الأول فوق البحار والنصف الثاني فوق اليابسة. إلاّ أن الجزء الممطر من هذه العواصف الرعدية يقع فوق البلدان ذات المناخ الحار، حيث تتميز درجة الحرارة والرطوبة بارتفاع دائم على مدار السنة. أما الكمية السنوية الممطرة لأجزاء العواصف الرعدية فيُعبّر عنها برقم فلكي يساوي ١,١٥ × ١٠^٩.

تحدث العواصف الرعدية في المناطق المعتدلة وبشكل خاص في فصلي الربيع والصيف، وأحياناً في فصل الشتاء، هذا من جهة. من جهة أخرى، وفي مناطق عديدة من أميركا الوسطى وأميركا الجنوبية وغربي شرقي آسيا، التي تمثل مجتمعةً ٢٪ من المساحة الإجمالية للكرة الأرضية، تحدث نسبة ٢٠٪ من مجمل العواصف الرعدية على الكرة الأرضية، ويتجاوز حدوث كل عاصفة منها بضع ساعات. وعلى سبيل المثال، فالمعدل السنوي للعواصف الرعدية في سنغافورة يفوق الـ ١٧٠ يوماً، وفي جزيرة يافا حوالي ٢٠٠ يوم حيث يدوّي الرعد لمدة اثنتي عشرة ساعة.

٤ـ٨. لماذا تتساقط الأمطار أحياناً في فصل الشتاء والثلوج في فصل الصيف؟

يرتبط هطول الأمطار والثلوج بالخلل الناتج عن عدم استقرار كتلة الغيوم المؤلفة من عناصر عديدة ـ جزيئات سُحُبية مختلفة البنية

والمقاييس. فكلما كان تركيب عناصر الغيوم متجانساً، كلما كانت الغيمة أكثر ثباتاً واستقراراً وكلما استمرت مدةً أطول في عدم إحداث الأمطار والثلوج.

أما هطول الأمطار والثلوج، فإنه يتحدد، بشكل أساسي، من خلال درجة حرارة الهواء في الطبقة الواقعة تحت الغيوم ومن خلال ارتفاع هذه الغيوم وتركيبها. فالغيوم التي تُحدث مطراً أو ثلجاً أو برداً، لها تركيبة فيزيائية ممزوجة، أي أنها تتكون من بلورات جليدية وقطيرات مائية باردة مختلفة المقاييس. فمن ناحية، وعندما يتساقط هذا المزيج من قطيرات الماء وحبيبات الثلج، وهو في طريقه إلى سطح الأرض ماراً بكتلة هوائية دافئة نوعاً ما، فإنه يتسخن ويتحول بذلك إلى مطر عادي. ومن ناحية ثانية، وعند ارتفاع منخفض للغيوم وتحت درجة حرارة سالبة، لا تذوب حبات الثلج، بصورة كاملة، وتصل سطح الأرض إما مبللة وإما عادية. ولهذا السبب، فقد اعتاد الناس على هطول الأمطار في فصل الصيف الدافىء على خطوط العرض المتوسطة، كما اعتادوا على تساقط الثلوج في فصل الشتاء البارد. بينما نلاحظ في فصول السنة الانتقالية هطولاً للأمطار، في بعض الأحيان، وتساقطاً للثلوج في البعض الآخر، كما نلاحظ أحياناً مزيجاً من الأمطار والثلوج في آن واحد. ويحدث هذا في أغلب الأحيان، خلال فترة زمنية معينة من السنة يسودها تطور عادي في العمليات الجوية التي تكوّن الغيوم، وضمن نظام معيّن لتساقط الثلوج وهطول الأمطار. ومن ناحية أخرى، ولأسباب معيّنة، تتنامى العمليات بانحراف تام عن سيرها الطبيعي. ففي فصل الشتاء تتسرب الكتل الهوائية الدافئة والغنية بالرطوبة من أحواض أحد البحار الدافئة في المناطق الجنوبية، ويبدأ عند ذلك ذوبان الثلوج المتراكمة وحتى المتساقطة، فتهطل، في بعض الأحيان، الأمطار بدلاً من تساقط الثلوج.

أما في فصل الصيف، فتتسرب، في بعض الأحيان، كتلٌ هوائية باردة من منطقة القطب الشمالي نحو الجنوب، وعند تراجع الهواء الدافىء تتكوّن كتل سحبية هائلة عند الخط الفاصل بين كتلتين هوائيتين

مختلفتين. ففي البدء تهطل أمطار غزيرة، ومن ثم تتحول إلى ثلوج مبلّلة وحتى إلى ثلوج عادية عند انخفاض درجة الحرارة. أما في المناطق الجنوبية، فيحدث ذلك في حالات نادرة جداً وتحت درجة حرارة باردة جداً، لكنه يحدث باستمرار في حال وجود تكاثف شديد للغيوم يتزايد كلما اتجهنا إلى الأعلى عن سطح الأرض.

٤ـ٩. هل يحدث هذا «الاختلاط» في الأمطار والثلوج بصورة دائمة؟.

تلاحظ هذه الظاهرة بصورة نادرة في المناطق القارية البعيدة عن السواحل البحرية، حيث يسود الاستقرار التام على التبدّل في فصول السنة ـ شتاء بارد، صيف حار. ويلاحظ الشذوذ في أحوال الطقس خلال الفصول الانتقالية في بداية الربيع، وفي الخريف عندما تتم العمليات التي تستمر لوقت قصير في استرداد البرودة أو الحرارة. وقد يلاحظ شذوذ الطقس في المناطق الساحلية أكثر منه في المناطق الأخرى، وذلك نتيجة للفرق الكبير بين حالتي سطح البحر واليابسة على مدى فصول السنة. فعلى سبيل المثال، كان سكان المناطق الواقعة على بحر البلطيق قد اعتادوا على ملاحظة هذا الشذوذ، ولكنهم لا يرون فيه أي ظاهرة غير اعتيادية. ففي فصلي الشتاء لعامي ١٩٧٤ و١٩٧٥، لم تتساقط الثلوج في مناطق البلطيق على الإطلاق، حتى نهاية كانون الثاني، ويعود ذلك إلى هبوب الرياح الجنوبية الغربية الدافئة من المحيط الأطلسي، والتي حملت معها كتلاً هوائية بحرية رطبة، مما أدى إلى ارتفاع كبير في درجات الحرارة وتسبب بهطول الأمطار الغزيرة.

وفي العام نفسه، كان فصل الشتاء دافئاً فوق العادة في فنلندا ومنطقة لينينغراد وحتى في مناطق مختلفة من سيبيريا. وهذا لا يحدث في أكثر الأحيان، وإنما مرة واحدة أو مرتين خلال مئة عام، إذا أجرينا مراقبة خاصة لمنطقة جغرافية معيّنة من ناحية، ومن ناحية أخرى، فإن هذه الظواهر الغريبة في حالة الطقس يمكن أن تحدث في السنوات المتتالية في بلدان أخرى من الكرة الأرضية (أي بعد عامي ١٩٧٤ و١٩٧٥).

فعلى سبيل المثال، هطلت أمطار غزيرة في فصلي الشتاء من عامي ١٩٧٨ و١٩٧٩ في ولايات ماساتشوستس ونيوجرسي ونيويورك بأميركا الشمالية، تسببت في حدوث فيضانات ببعض المناطق. أما في مدينة نيويورك، فقد غمرت المياه بعض أحياء المدينة وتعطلت خطوط القطارات السريعة (المترو).

والأغرب من ذلك، فقد شهدت المناطق الصحراوية، التي تبعد عن العاصمة الجزائرية ٦٠٠ كيلومتر (واحات مزاب)، تساقطاً للثلوج في عام ١٩٧٩، مع أن هطول الأمطار في هذه المناطق ظاهرة نادرة بحد ذاته. وقد استمر تساقط الثلوج لساعة كاملة تقريباً وأكسب سطوح المنازل وأشجار النخيل لوناً أبيض. وبالطبع، فإن هذا النوع من الثلوج يذوب بسرعة من تأثير أشعة الشمس في أفريقيا، لكنه كان مع ذلك ظاهرة نادرة ومنقطعة النظير بالنسبة لسكان واحات مزاب، الذين لم يشاهدوا مناظر الثلوج مرة واحدة في حياتهم.

٤ـ ١٠. أصحيحٌ الاعتقاد بأن فصول الشتاء القارس في السنوات الأخيرة هي دليل على برودة الأرض بشكل عام؟

في الواقع، إننا لا نملك حتى الآن أي دليل على البرودة العامة في مناخ الكرة الأرضية، ويعود ذلك لسببين أساسيين:

أولاً، حدثت هذه الفصول من الشتاء القارس في وقت سابق، مثلها مثل الفصول الأخرى التي تميّزت بالدفء.

ثانياً: إذا كان الشتاء بارداً في منطقة معينة، فليس من الضروري أن يكون بارداً في منطقة أخرى.

وإذا أردنا أن نقيّم تقلبات المناخ على الكرة الأرضية، فعلينا ألاّ نأخذ منطقة معينة بالتحديد، أو قارة معينة أو حتى نصف الكرة الشمالي أو الجنوبي، وإنما ينبغي علينا أن نأخذ بالاعتبار وضع الكرة الأرضية بشكل عام.

لقد لوحظ في القرن العشرين ارتفاع وانخفاض دوريّان في درجات

الحرارة بالمناطق الواقعة شرقي القارة الأوروبية. وقد تميزت العشرينات من هذا القرن بارتفاع في درجات الحرارة، استُبدل في الأربعينات بانخفاض في درجات الحرارة، ومن ثم بارتفاع في الخمسينات والستينات، وبعد ذلك بانخفاض تدريجي بدأ منذ عام ١٩٧٤ ولم ينته حتى وقتنا هذا. أما السبب وراء ذلك، فيعود إلى أن البرد القارس لم يجتح في شتاء ١٩٧٨ـ ١٩٧٩ مناطق أوروبا الشرقية وحسب، بل تعدّاها إلى مناطق أخرى في النصف الشمالي من الكرة الأرضية، حيث تميّز فصل الشتاء آنذاك بصقيع حاد ضرب مناطق غرب أوروبا وشرقها وأميركا الشمالية. أما في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية، فلم تلاحظ أية تأشيرات على برودة الطقس حتى عام ١٩٧٩ عندما حلّ فصل الشتاء قبل الموعد المألوف بشهر واحد، وقد تسببت الثلوج والصقيع بإتلاف مليارات من نباتات البن في جنوبي البرازيل.

وبالاستناد إلى كل هذه الوقائع، فإننا لا نستطيع اعتبارها دليلاً على برودة الطقس على الكرة الأرضية بشكل عام. والسبب يعود إلى أن فصل الصيف كان حاراً على غير عادته في بعض المناطق، وإلى أنه من غير الممكن إهمال إمكانية الارتفاع المتعاقب في درجات الحرارة في السنوات الأخيرة من القرن العشرين.

٤ـ ١١. هل يتخلل فصل الشتاء البارد جداً أيام دافئة فوق العادة؟

نعم، فكل عام يجري تقييمه بالاستناد إلى ظروف الطقس السائدة وإلى معدل درجات الحرارة السنوي، واختلاف هذا المعدل عن غيره في السنوات السابقة على وجه التحديد. إذن، فالفصول الباردة جداً يتخللها أيام دافئة فوق العادة. كما أن الفصول الدافئة يتخللها أيام باردة فوق العادة. أما عدد هذه الأيام الخارقة للعادة في فصول السنة، فهو قليل جداً.

وعلى سبيل المثال، فحسب المعطيات الرسمية للاحصاء السنوي الذي أجرته المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، تميّز عام ١٩٧٨ في أوروبا ببرودة قاسية. أما في شبه الجزيرة الأسكندنافية وإيطاليا وإيرلندا

ودول أخرى في أوروبا، فقد انخفضت درجات الحرارة عن معدلها السنوي، وكان نور الشمس، لسنوات عديدة، مختفياً نوعاً ما ببعض المناطق في فصل الشتاء. ففي تشرين الثاني عام ١٩٧٨ شهدت النروج أقصى ارتفاع بدرجات الحرارة منذ خمسين سنة، وسجّل ارتفاع قياسي لدرجات الحرارة في الدانمارك بلغ ٢٤,١ درجة مئوية في شهر تشرين الأول من العام نفسه. أما في جنوبي شرقي السويد وفي بريطانيا والمناطق الأوروبية من الاتحاد السوفياتي، فقد سُجّل ارتفاع ملحوظ في درجات الحرارة بلغ خمس درجات في كانون الثاني من العام نفسه. غير أن الاجتياح الاستثنائي للكتل الهوائية الباردة من القطب الشمالي، كان قد أحدث انخفاضاً هائلاً في درجات الحرارة بلغ ٥٢ درجة مئوية تحت الصفر في روسيا الأوروبية و٤٩ درجة مئوية تحت الصفر في السويد. ومع أن فصلي الربيع والصيف تميّزا في عام ١٩٧٨ بانخفاض ضئيل في درجات الحرارة ببعض المناطق الأوروبية، فقد اعتبرت السنة كلها باردة.

من ناحية أخرى، تميّز فصل الصيف لعام ١٩٧٨ بشذوذ تام في حالة الطقس بالنسبة لمدينة سيغيد الهنغارية التي تضيئها الشمس طوال أيام السنة. ففي منطقة كيكيشتت الجبلية القريبة من مدينة سيغيد والواقعة على ارتفاع ١٠١٥ متراً عن سطح البحر، بلغ سطوع الشمس في فصل الخريف رقماً قياسياً ووصل إلى ١٤٦ ساعة، وارتفعت درجة الحرارة فوق معدّلها الشهري بـ ٠,٦ درجة مئوية. أما في مدينة سيغيد نفسها، والواقعة في منطقة سهلية على ارتفاع ٨٣ متراً عن سطح البحر، فقد انخفضت درجة الحرارة ٣,٥ درجات مئوية عن معدّلها العادي، ولم تظهر الشمس فوق هذه المدينة طوال شهر تشرين الثاني. لقد حدث ذلك كله نتيجة المرتفع الجوي المتكوّن فوق مناطق هنغاريا السهلية، إذ أن الغيوم الكثيفة حجبت نور الشمس عن المناطق الساحلية.

٤ ـ ١٢. هل بإمكان تقلبات الطقس الوحيدة الخط أن تسيطر في آن واحد على مناطق الكرة الأرضية كافة؟

إن ظواهر الجفاف والأمطار الغزيرة تحدث في العالم على نطاق

واسع. أما السبب وراء هذه الانحرافات والتقلبات في حالة الطقس فيعود إلى عملية الدوران الجوي الواسعة النطاق، والتي تعمّ مناطق كاملة في اليابسة والبحار، إلاّ أن هذه الانحرافات والتقلبات الوحيدة الخط لا تتم ملاحظتها في آن واحد على مناطق الكرة الأرضية كافة، لأننا نلاحظ أن بعض الفصول تكون ممطرة جداً في العديد من المناطق الجغرافية بينما تفتقر مناطق جغرافية أخرى إلى الأمطار في الفترة الزمنية نفسها.

لقد تبيّن عبر الزمن أن كمية الأمطار في الفترة الزمنية نفسها، لا تتغيّر من سنة لأخرى، وأن المعدل السنوي لدرجات الحرارة ثابت لا يتغيّر في مناطق الكرة الأرضية مجتمعة. وعلى سبيل المثال، فقد سُجّل في صيف ١٩٧٣ ارتفاع هائل في درجات الحرارة بالولايات المتحدة الأميركية، حيث بلغ في ١١ حزيران ٤٣ درجة مئوية شمالي داكوتا وفي ٦ حزيران ٤٠ درجة مئوية في كولورادو.

من ناحية أخرى، كان فصل الصيف هذا العام حاراً جداً وجافاً في مناطق القارة الافريقية جميعها، حيث غمرت الرمال الصحراوية معظم المناطق الزراعية. وفي منطقة ساخيل الصحراوية أتلف قسم كبير من المحاصيل الزراعية بسبب الجفاف واحترقت الأعشاب في المراعي، مما أدى إلى انخفاض عدد المواشي إلى النصف.

أما في أوستراليا، فقد تميّزت فصول الشتاء فيها بنقص كبير في كمية الأمطار حتى عام ١٩٧٣، عندما هطلت الأمطار بانتظام، من شهر شباط حتى نهاية آذار. بينما هطلت أمطار غزيرة في المناطق الجنوبية والوسطى من أستراليا، جرفت معها بعض الطرقات في العديد من المناطق، وغمرت المياه جزيرة يبد التي تميزت بجفافها الكامل في مثل هذا الفصل من السنة. أما في المناطق الجافة والقاحلة شمالي استراليا، فقد هطلت كمية من الأمطار فاقت معدلها السنوي الاعتيادي بخمسين وحتى بستين مرّة.

أما في الهند وباكستان، حيث كانت درجة الحرارة تصل عادةً إلى خمسين درجة مئوية، كان صيف ١٩٧٣ خارقاً جداً للعادة، إذ هطلت كمية من الأمطار لا مثيل لها في تاريخ البلاد. وفي مدينة جايسالمير

بولاية راجستخان هطلت في يوم واحد من شهر حزيران كمية من الأمطار فاقت معدّلها السنوي (٢٠٤ملم) وتسببت بفيضانات في مناطق عديدة، وغمرت المياه مئات الآلاف من الأشجار وحوالي خمسة ملايين هكتار من الأراضي الزراعية.

٤ـ ١٣. لماذا تتساقط الثلوج أحياناً في بلدان البحر المتوسط ذات المناخ المعتدل؟

إن موقع الشمس المرتفع فوق حوض البحر المتوسط ودرجة حرارة الماء المرتفعة نسبياً في هذا البحر والجبال الأوروبية التي تشكل درعاً يحمي هذه المنطقة من الرياح والبرودة الآتية من القطب الشمالي يؤمنان لحوض البحر المتوسط مناخاً دافئاً وشتاءً معتدلاً خالياً نسبياً من تساقط الثلوج. لكن حالة الطقس في بعض السنوات تعمل على تسريب كتل هوائية باردة من شمال أوروبا عبر الممرات الجبلية تؤدي إلى برودة في الطقس لفترة زمنية قصيرة وتؤلف منخفضات جوية عميقة، ترتفع بعد ذلك فوق مناطق أوروبا الوسطى وشبه جزيرة البلقان كي تحدث أمطاراً غزيرة وطقساً عاصفاً.

لقد جرت ملاحظة هذه الظواهر في شتاء ١٩٧٨. فقد تساقطت الثلوج في جزيرة سيسيليا لأول مرة منذ خمس وعشرين سنة، وشهدت مناطق شمالي إيطاليا وسويسرا تراكماً تاماً للثلوج في كانون الثاني من العام نفسه. وفي بعض المناطق، تساقطت الثلوج بثلاثة أضعاف كميتها القصوى (التي تُحتسب في دراسة الأبنية والمنشآت) مما أدى إلى تهديم سطوح منازل كثيرة بسبب زيادة ثقل الثلوج، التي بلغ ضغطها النوعي ٢٠٠ كيلو غرام على المتر المربع الواحد.

٤ـ ١٤. هل حالة الطقس في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية شاذةٌ كما في نصفها الشمالي؟

يرتبط شذوذ الطقس أي عدم ثباته وتقلباته المفاجئة من حالة لأخرى، بصعوبة تفاعل الهواء مع السطح الأسفل وتأثير التضاريس

وعوامل محلية أخرى، وبخصائص تنامي العمليات الجوية.

وبذلك، فإن ثبات الطقس لا يتحدد من خلال خطوط العرض الجغرافية. ولهذا السبب، فلا وجود لأي فرق مبدئي بين ظروف الطقس في النصفين الشمالي والجنوبي من الكرة الأرضية.

في السادس والعشرين من تشرين الثاني ١٩٧٩، نقلت وكالات الأنباء العالمية من مدينة سيدني في استراليا نتائج العواصف التي هبّت في أثناء فصل الصيف، على هذه المدينة شبه الاستوائية، حيث بلغت سرعة الرياح ١٥٠ كيلو متراً في الساعة. وقد أفادت وكالات الأنباء أن هذه العواصف أدت إلى تشكيل طبقة من البرد والثلوج بلغ ارتفاعها خمسين سنتيمتراً، وألحقت الأضرار الجسيمة بالحدائق والأشجار، وأدى تراكم الثلوج إلى إقفال الطرقات كما سجّلت حوادث سير عديدة، وقد كان هذا الإعصار الثلجي الرابع من نوعه خلال أحد عشر يوماً من شهر تشرين الثاني.

٤ـ١٥. هل من علاقة بين الفيضانات الربيعية والصقيع الذي سبقها في فصل الشتاء؟

نعم، فبالإمكان رصد هذه الظاهرة. وللمثال على ذلك، سنعرض لظروف الدوران الجوي فوق القارة الأوروبية في النصف الأول من عام ١٩٧٩، لقد كان فصل الشتاء في تلك الحقبة الزمنية قاسياً جداً في الأركتيكا وشمالي أوروبا، وقد أدى التسرّب المتكرر للكتل الهوائية الباردة نحو خطوط العرض السفلى إلى تكوين ما يسمّى بالجبهات الجوية الناشطة والمنخفضات الجوية العميقة فوق الأقسام الغربية من البحر الأبيض المتوسط.

ومن جهة أخرى، فإن تحرك هذه المنخفضات نحو القارة الأوروبية في النصف الثاني من فصل الشتاء وفي فصل الربيع، قد أدى إلى هطول الأمطار الغزيرة التي لم يشهد مثلها سكان القارة الأوروبية على الإطلاق، وقد كانت هذه الأمطار سبباً في ارتفاع مستوى المياه الجوفية الفيضانات التي حصلت في أنهر عديدة.

والجدير بالذكر، أن هذه الأمطار كانت قد تساقطت فوق أقسام واسعة في شرقي أوروبا وغربها ووسطها. وعلى سبيل المثال، فقد شهد شهر آذار في فرنسا أمطاراً غزيرة لم يسبق لها مثيل منذ مئة سنة تقريباً، أي اعتباراً من عام ١٨٨٣. وقد بلغت كمية الأمطار المتساقطة في هذا الشهر رقماً قياسياً وصل إلى ١١٦,٤ ملليميتراً.

٤ـ١٦. هل ثمة أهمية للوقت في توزيع المتساقطات؟

مما لا شك فيه أن للوقت أهمية كبرى في توزيع المتساقطات. فثمة اختلاف كبير بين تساقط الأمطار والثلوج بانتظام على مدار السنة وبين بلوغها المعدّل السنوي في شهر واحد فقط.

ففي الحالة الأخيرة، لا تتمكن التربة من استيعاب هذه الكمية الكبيرة، مما يؤدي إلى حدوث فيضانات في الأنهر والمخزونات المائية. وقد حدثت مثل هذه الكوارث في جاكرتا في شهر كانون الثاني ١٩٧٩، عندما هطلت أمطار غزيرة لمدة ثلاثة أيام متواصلة أحدثت فيضانات غمرت مياهها مئات المنازل السكنية والمباني الجامعية والمراكز الاجتماعية، وذهب ضحيتها العديد من سكان جاكرتا. والجدير بالذكر، أن كمية الأمطار المتساقطة لم تتجاوز معدلها الوسطي، وإن ما جرى كان نتيجة لعدم توزّع الأمطار بانتظام خلال ذلك الشتاء.

٤ـ١٧. هل يمكن اعتبار عام ١٩٧٩ عاماً غير عادي بالنسبة لظروف الطقس؟

كانت حالة الطقس في عام ١٩٧٩ شاذةً في بعض مناطق الكرة الأرضية، فشهر كانون الثاني الذي تخلّله صقيع قارس، سوف يذكره سكان القارة الأوروبية لسنوات عديدة، كما سيذكره سكان أميركا الشمالية حيث تساقطت كمية كبيرة من الأمطار. أما سكان المناطق شبه الاستوائية في افريقيا الجنوبية، فإنهم يذكرون ذلك العام الذي تساقطت فيه كمية كثيفة من الثلوج في فصل الصيف، وكانوا قد اعتادوا على رؤيتها في فصل الشتاء من كل عام.

وفي نهاية عام ١٩٧٩ ، وتحديداً في شهر كانون الأول، اجتاحت العواصف الشديدة بلدان بريطانيا وفرنسا وإيطاليا، وتسببت في تدمير المنازل وإصابة العديد من الناس وإحداث الأعطال في المواصلات البرية والبحرية والجوية وفي خطوط الهاتف والكهرباء.

في الوقت نفسه، وفي مدينة خاباروفسك بالشرق الأقصى، تساقطت أمطار غزيرة في الأيام العشرة الأخيرة من شهر كانون الأول، لم تلق لها مثيلاً منذ ثمانين عاماً. وفي الشهر نفسه، كانت الأمطار الغزيرة سبباً في فيضانات كثيرة بشبه جزيرة البلقان.

فهل يمكننا إذاً، اعتبار عام ١٩٧٩ عاماً بارزاً بالنسبة للطقس؟ وماذا حدث في حالة الطقس منذ مئة أو مئتين أو ثلاثمائة عام؟ وللإجابة على ذلك، أعطى مؤلّف كتاب «الإنسان والكوارث الطبيعية» ف كوروڤين وغ. غالكين تفصيلات هامة حول غرائب عام الـ ٧٩.

لقد تبيّن أنه منذ مئة عام، أي كان فصل الشتاء «سقيماً» في جنوبي روسيا وفي منطقة القوقاز، حيث تجمدّت الأنهر بعد شهر من موعدها الاعتيادي وانكشفت قبل شهر من الموعد المنتظر. إلاّ أن موجة الصقيع التي استمرت لفترة زمنية قصيرة من شهر كانون الثاني، كانت قد أتلفت كميات كبيرة من الحمضيات. أما الطقس في بقية فصول السنة فكان ممطراً فوق العادة وتسبب في العديد من الفيضانات والكوارث الطبيعية على ضفاف أنهر دوناي ودنيبر والدون والتبريك وموسكو وكوبان. أما شتاء ١٧٧٩ ، فقد تميّز بقساوته وثلوجه الكثيفة في قارة أوروبا، حيث تجمدت الطيور عند تحليقها فوق منطقة الكامليتس وأدت الأمطار الغزيرة في فصل الربيع إلى إحداث فيضانات في أنهر روسيا الشمالية والوسطى، كما تحركت مجموعات كبيرة من الأنهر المتجمدة في منطقة الكازبيك.

أما شتاء ١٦٧٩ فكان مثلجاً وبارداً جداً في الدول الاسكندنافية وألمانيا وجنوبي روسيا، حيث تعذّر الانتقال من منطقة إلى أخرى بسبب تراكم الثلوج الهائل. ومن جهة أخرى، فقد تأخّر حلول فصل الربيع

وأتلفت الكرمة في شهر أيار بسبب موجة الصقيع. أما فصل الصيف فكان حاراً جداً وأدى إلى تشقق جذوع الأشجار وجفافها.

وقد تميز فصل الشتاء لعام ١٥٧٩ في أوروبا الغربية ببرودة قاسية وأمطار غزيرة، وأدت الفيضانات إلى إغراق منطقة الدير الكاثوليكي بمدينة تيمز. أما فصلي الربيع والصيف فقد تميّزا بأمطار متواصلة في جميع أنحاء أوروبا.

أما عام ١٢٧٩، فقد أتى بالمجاعة تقريباً على كامل مناطق الكرة الأرضية، كما يؤكد بعض المؤرخين، وتسبب القحط والجفاف في انخفاض محصول القمح في مناطق أوروبا الشرقية كلها.

ومنذ ألف عام، أي في عام ٩٧٩، هبّت عواصف هوجاء ورياح شديدة حملت معها الزوابع التي ألحقت الأضرار بالمزروعات والماشية وذهب ضحيتها العديد من الناس. وكان ذلك العام ممطراً جداً بحيث أُتلفت معظم المحاصيل الزراعية.

فكما نلاحظ، لا يشكل عام ١٩٧٩ وحده حالةً استثنائية بالنسبة للطقس، وإننا نستطيع دائماً إيجاد منطقة ما في أوروبا يكون الطقس فيها غير اعتيادي. أما على نطاق الكرة الأرضية بشكل عام، فإن عام ١٩٧٩ لا يختلف بالنسبة للأحوال الجوية عن غيره من الأعوام في القرن العشرين وحتى في القرون السابقة. وقد كان هذا الانطباع عن عام ١٩٧٩، بسبب الحالات الغريبة في أحوال الطقس التي كانت قد لوحظت في المناطق الهامة من العالم بالنسبة لعلماء الأرصاد الجوية.

٤ـ١٨. هل أثر انفجار بركان سان هيلنس على حالة الطقس في أوروبا صيف ١٩٨٠؟

في الحقيقة، ليست لدينا أي دلائل واقعية حول هذا التأثير، إذا لم نأخذ بالاعتبار ذلك الحدث الهام الذي جرى في سويسرا في بداية شهر آب، وهو هطول الأمطار الرملية في مدن جنيف وزيوريخ وبال وساقوي. وقد أثبتت التحاليل التي أجراها خبراء المتحف السويسري

لتاريخ الطبيعة على تركيبة الأمطار غير العادية، أن حبات الرمل التي تساقطت مع الأمطار كان مصدرها انفجار البركان في سان هيلنس. أما الدراسة التي أجريت على اتجاه التيارات الهوائية وسرعتها على ارتفاعات معينة في النصف الشمالي من الكرة الأرضية، فقد أثبتت أن الرمال وجدت في الجو نتيجة انفجار هذا البركان وحملتها الرياح عبر مناطق أميركا الشمالية مروراً بالمحيط الأطلسي نحو أوروبا.

٤ـ١٩. ما هي المنطقة التي يسودها طقس ثابت وأقل شذوذاً في العالم؟

ترتبط تغيّرات حالة الطقس بعمليات التبادل الحراري وبالاختلاف في وصول حرارة الشمس إلى الأرض بين فصول السنة، وبتأثير التضاريس والموقع الجغرافي.

والجدير بالذكر، أن حالة الطقس تكون ثابتةً في تلك المناطق التي يكون فيها تأثير العوامل المذكورة أعلاه أقل تجانساً، والتي تتميز مصادر الحرارة والتبادل الهوائي فيها باستقرار تام. وإذا أردنا البحث عن نظام حراري ثابت، فإننا نجده فوق مناطق المحيطات المدارية فقط. لكن عمليات الحمل Convection في هذه المناطق تقوى بحيث لا يشكل المدى الحراري إلاّ بضع درجات وليس ثمة اختلاف كبير بين فصول السنة. ومع ذلك، فإننا نلاحظ أن الأمطار الغزيرة والعواصف وعدم استقرار الرياح تضفي نوعاً من الشذوذ على حالة الطقس.

ولذلك، فإن البحث عن «جنّة الطقس» بعيداً عن المناطق المدارية يجب أن يتم في الحزام شبه الاستوائي حيث يرتفع الضغط الجوي. ولكننا ربما نجد مثل هذه الجنة في المحيطات، وفي جزر الكنار تحديداً حيث المناخ الحار والجاف، وحيث لا يوجد اختلاف كبير في تقلبات درجات الحرارة بين الصيف والشتاء إذ لا يتعدّى الست درجات فقط. أما المعدّل السنوي لدرجات الحرارة فيبلغ حوالي عشرين درجة مئوية، وتراوح كمية الأمطار المتساقطة بين ٣٠٠ و٥٠٠ ملليمتر في السنة وهي ضئيلةٌ جداً وكافية لنمو النباتات. ويتميز الطقس في هذه الجزر بالانتظام

فهو مشمس في أغلب الأحيان، ولا تتخلّله رياح عنيفة وظواهر خطيرة. أما في الجبال، فإن ظروف الطقس تختلف نوعاً ما ولكنها تتميّز بالاستقرار على مدار السنة.

من جهة أخرى، يمكننا إيجاد ظروف مناخية مشابهة أيضاً في جزر أخرى من الحزام شبه الاستوائي ذي الضغط الجوي المرتفع، كما في النصف الجنوبي كذلك في النصف الشمالي من الكرة الأرضية.

الفصل الخامس

الكوارث الطبيعية المرتبطة بحالة الطقس



الفصل الخامس

الكوارث الطبيعية المرتبطة بحالة الطقس

تكاد تحصل كل يوم في مناطق عديدة من الكرة الأرضية، ظواهر طبيعية تحمل معها الدمار والضحايا البشرية، وهي كوارث طبيعية ترتبط بالعمليات الجوية وتتحدد من خلال حالة الطقس بطريقة أو بأخرى.

ولم تصطدم البشرية على مدى تاريخها بشذوذ في حالة الطقس وانحراف هذا الشذوذ عن السير الطبيعي للظواهر المتيورولوجية وحسب، بل تعدى ذلك إلى بعض الحالات التي اتخذت فيها هذه الظواهر طابعاً مرعباً وتميزت بسيطرة الكوارث الطبيعية على نطاق دولة كاملة أو منطقة جغرافية واسعة.

لقد تسبب الأورغان الاستوائي ديڤيد، الذي انتشر في بداية خريف ١٩٧٩ في منطقة البحر الكاريبي، بخسائر فادحة في العديد من دول المنطقة بما في ذلك جمهورية الدومينيكان، وذكرت الصحافة في ذلك الوقت أن هذا الأورغان كان قد دمّر اقتصاد هذا البلد فعلياً بشكل تام، وبلغت الخسارة المادية ما يقارب المليون ونصف المليون دولار.

وعلى خطوط العرض السفلى من الكرة الأرضية، تسببت الأعاصير، بالإضافة إلى الأورغان، بخسائر مادية جسيمة للبشرية، وقد أطلقت على هذه الأعاصير تسميات مختلفة في بلدان متنوعة (التورنادو Tornado، الترونب Trombe). أما السيول والانهيارات الثلجية، فإنها تشكل كوارث حقيقية لسكان المناطق الجبلية في جميع القارات.

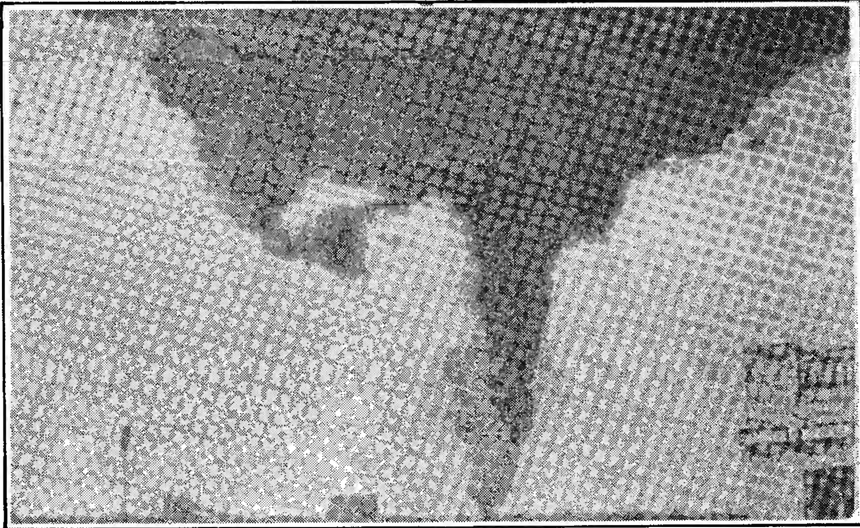
إن جميع الظواهر كالأمطار الغزيرة التي تسببت بالفيضانات، وموجات الصقيع التي تحدث في غير حينها، والجفاف والعواصف

الرملية والغبارية ورياح السموم وغيرها، هي ظواهر مهلكة تقضي على المحاصيل الزراعية كل عام في مناطق مختلفة من العالم.

فهل يمكننا مكافحة كل هذه الظواهر الطبيعية؟ وهل بالإمكان تلافي وقوع الضحايا البشرية عند حدوث هذه الكوارث، والتقليل من الخسائر المادية الجسيمة؟ وهل يمكننا، أخيراً، التنبؤ بحدوث هذه الظواهر «الكوارث»؟

٥ـ ١. ما هو الإعصار؟

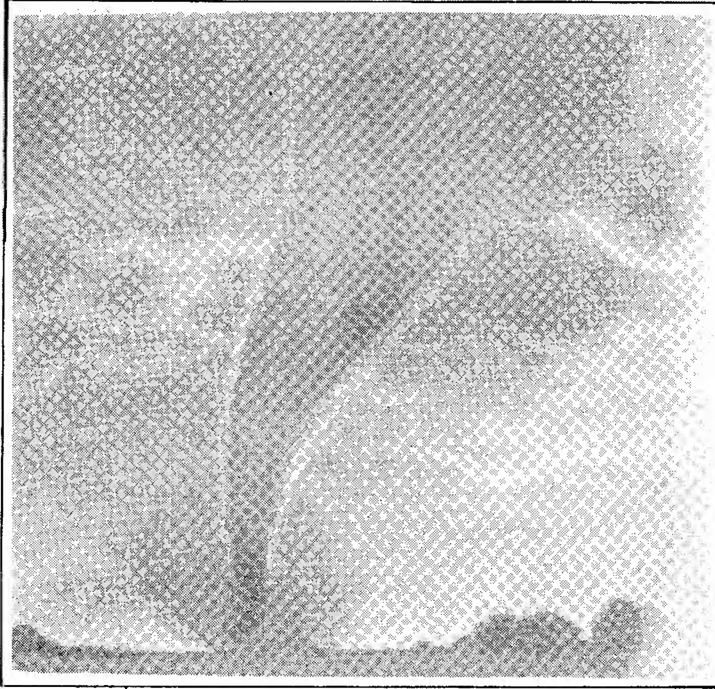
تتكون في مناطق مختلفة من الكرة الأرضيةٌ في فترة الصيف من كل عام، زوابع عمودية أو منحنية بشكل بسيط إلى سطح الأرض، وذلك عندما يكون الطقس حاراً ومصحوباً بغيوم رعدية كثيفة. فهذه الزوابع هي انتفاضة هوائية قمعية الشكل تسمى إعصاراً، وتنشأ كما فوق البحار كذلك فوق اليابسة. وتُعرف الأعاصير في أوروبا باسم ترونب Trombe، وفي الولايات المتحدة الأميركية باسم تورنادو Tornado. أما الأعاصير المائية فهي الزوابع التي تنشأ فوق البحار.



الأعصار

يتكرر حدوث الأعاصير بشكل خاص في البلدان الاستوائية. فعلى

سبيل المثال، تحدث مثل هذه الأعاصير في الولايات المتحدة الأميركية عدة مئات من المرات سنوياً، ويتجاوز تكرارها في بعض السنوات الألف مرّة. أما في بلدان الحزام المناخي المعتدل، فيقل حدوث هذه الأعاصير بعشرات المرات عنها في المناطق الاستوائية، وهي تحدث بشكل نادر جداً على خطوط العرض القريبة من الشمال والجنوب.



أعصار

وفيما يتعلق بتركيبة الإعصار، فإن ضغط الهواء يخف في قسمه الوسطي، ويشكل الإعصار بحد ذاته من الجهة الخارجية عموداً من السحب مخروطي الشكل يتساقط نحو الأرض، وعند حدوث الإعصار، يتصاعد من الأرض، في أغلب الأحيان، عمودٌ آخر من الغبار والنفايات ورذاذ الماء. أما حركة الهواء والجسيمات التي ينقلها الإعصار فهي دائرية تبلغ سرعتها مئة كيلومتر في الساعة، وينجذب الهواء في الوقت نفسه، إلى الأعلى نحو قاعدة السحب الممطرة، حيث تكوّن الإعصار نفسهُ إلى الأسفل من هذه القاعدة.

ولما تبلغ حركة الإعصار فوق منطقة ما سرعةَ عشرات الكيلومترات في الساعة، يحدث خراب وانهيارات تسببها، بالاضافة إلى سرعة الهواء الهائلة داخل الزوابع، تلك القفزة الخاطفة والمفاجئة للضغط الجوي الذي يرتفع وينخفض عشرات الملليبارات في الثانية الواحدة. كما يُحدث الإعصار رجرجات في المنازل المقفلة الأبواب والنوافذ ويُسقط جدرانها بالكامل ويسحب المياه من الأوعية وينثرها خارجاً. وثمة حوادث طريفة وقعت في بعض المناطق، حيث «نتّف» الإعصار ريش الدجاج.

وعندما يبلُغُ الإعصار الفردي سطح الأرض يحدث خراباً ودماراً في رقعة يبلغ عرضها مئات المترات ويتجاوز طولها عشرات الكيلومترات. ومن ناحية أخرى، فإن الأجسام الصلبة، التي تعلو وتتناثر في الهواء باتجاهات مختلفة كالألواح والشظايا وحطام الأبنية، تشكل خطراً شديداً على سلامة السكان. والجدير ذكره، أن طاقة الإعصار هائلة جداً لدرجة أنه يتمكن من قطع جسر السكة الحديد وقذفه جانباً، كما يتمكن من قذف الشاحنات الكبيرة ورفعها إلى الأعلى ومن أن يهوي بطائرة يبلغ وزنها عشرة أطنان.

٥ـ ٢. ما هي أسباب الفيضانات، وهل هي مرتبطة بحالة الطقس دائماً؟

إن جوهر الظاهرة التي تسمى فيضاناً هو زيادة كميات المياه المستهلكة عن إمكانية جريان المياه في أحواض الأنهر، وغالباً ما يحدث ذلك عندما تزيد كمية الأمطار المتساقطة على إمكانية التسرّب داخل الحوض المائي.

تختلف طبيعة الفيضانات من واحد إلى آخر، وترتبط أكثريتها بحالة الطقس. أما أسباب الفيضانات، فهي على الشكل الآتي:

أولاً ـ الأمطار الغزيرة، سواءً أكانت متواصلةً لفترة زمنية قصيرة نسبياً، أم ناشطةً فوق العادة. أما موطن هذه الفيضانات، فهو في مناطق خطوط العرض السفلى حيث يتكرر حدوثها بانتظام وكل عام تقريباً،

وخصوصاً في تلك المناطق التي تسودها رياح موسمية وحيث تتميّز الأنهر بتناوب دائم بين مستويات مائية مرتفعة ومنخفضة. وفضلاً عن ذلك، فإن الأمطار الغزيرة تتسبب بالفيضانات في حال بطء حركة المنخفضات الجوية الاستوائية والمنخفضات الجوية فوق خطوط العرض المعتدلة.

ثانياً ـ الذوبان السريع للثلوج ومتراكمات الجليد. فعند ذوبان الثلوج السريع بعد الشتاء المثلج، يتميّز فصل الربيع في مناطق خطوط العرض المتوسطة بخطورة حدوث الفيضانات، التي تزداد خطورتها أيضاً بفعل جبال الجليد المتراكمة. أما الظروف الصعبة في حدوث الفيضانات، فإنها تتكوّن عادةً في فصل الربيع عندما تبدأ الثلوج بالذوبان بسرعة نتيجة لانتقال الكتل الهوائية الدافئة، كما أنها تتكون عندما تفيض الأنهر الجليدية المصدر في التغذية إبان فصل الصيف عند بداية الذوبان السريع للقطع الجليدية.

ثالثاً ـ تدفق مياه البحر إلى شواطىء الأنهر ومصبّاتها بسبب الرياح البحرية (عادةً عند مرور المنخفضات الجوية)، أو في حالة هطول الأمطار الغزيرة أو بإسناد المياه من خلال المدّ البحري.

٥ـ٣. هل بإمكاننا التنبؤ بحدوث الفيضانات؟

بإمكاننا أن نتنبأ بحدوث الفيضانات بصورة دائمة، ولكن بمواعيد مسبقة ومختلفة تراوح فترتها الزمنية بين عدة أسابيع وعدة إيام وبضع ساعات، وذلك بالاستناد إلى عوامل عديدة. ويتميّز حلّ هذه المسألة بطابع خاص بالنسبة لكل حوض من الأنهر أو حتى لأقسام كبيرة من كل نهر. وفي بعض الحالات، تُحسب الفيضانات بشكل مسبق تبعاً لمجموعة من الخصائص المتيورولوجية المائية التي تستعمل في برنامج الحسابات المسبقة، وبإمكاننا التنبؤ بها من خلال طرق مختلفة معتمدة على رد الفعل المسبق للأحواض المائية على عملية هطول الأمطار.

وفي أي حال، فإن الدور البارز في هذا المجال يعود إلى وفرة المعلومات ودقتها حول تساقط الأمطار وافتقار الأتربة للرطوبة، وحول

مستوى الحياة في الأنهر وخصائص متيورولوجية مائية أخرى، منها: الحالة العامة في الرصد المائي، الرياح، والضغط الجوي. . . إلخ.

وعلى سبيل المثال، فإنّ التنبؤ بحدوث الفيضانات في مدينة لينينغراد يتم بدقة متناهية. فهذه الفيضانات تحدث بسبب تدفق المياه إلى مصبّ نهر النيڤا عند الخليج الفنلندي من جراء تمركز المنخفضات الجوية فوق بحر البلطيق. ولدى التنبؤ بحدوث هذه الفيضانات، تُستخدم معطيات كافية عن الحالة العامة للطقس والمنخفضات الجوية فوق بحر البلطيق وخليج البوتنيك، وعن حركة واتجاه الرياح والضغط الجوي ومستوى المياه في القسم الشرقي من بحر البلطيق والخليج الفنلندي. وتسجل كل هذه المعطيات في مراكز الأرصاد الجوية المستحدثة على السواحل وفي الجزر المجاورة.

٥ ـ ٤. كيف يتكوّن البَرَد؟

البَرَد هو حبيبات ثلجية مغطاة بقشرة جليدية تتخذ، عادةً، شكلاً كروياً. وتتكون هذه القشرة الجليدية عند حركة الحبيبات الثلجية داخل الغيوم التي تحتوي على بلّورات جليدية وقطيرات مائية باردة جداً. وعند احتكاك الحبيبات الثلجية بالبلورات والقطيرات، تكتسب هذه الحبيبات قشرة جليدية وتزداد وزناً وحجماً.

تتكرر هذه العملية مرات عديدة، مما يؤدي إلى ازدياد طبقة الجليد في القشرة، وتتجمّد حبات الثلج على سطح البَرَد الجليدي، في بعض الأحيان، مما يكسبه شكلاً عجيباً. وتظهر حبات البَرَد، بشكل عام، على شكل كريّات صغيرة ثلجية ـ جليدية مختلفة التركيب.

يتساقط البَرَد من سحب ذات أشكال محدّدة تسمى بالسحب الركامية الممطرة التي تعتبر مصدراً للعواصف الرعدية. وتتمتع هذه السحب بطاقة عمودية هائلة تبلغ قمّتها ارتفاعاً يناهز العشرة كيلو مترات، وتتحرك في داخلها تيارات تصاعدية بسرعة عشرات الأمتار في الثانية. وتستطيع هذه التيارات رفع القطرات السحبية عالياً جداً إلى مستوى أكثر انخفاضاً في درجات الحرارة (عشرين وأربعين درجة مئوية تحت

الصفر)، حيث تتجمد هذه القطرات وتتحول إلى بلّورات جليدية. وتتحد هذه البلّورات بعد ذلك مع القطيرات المائية (الباردة جداً لتشكل في نهاية المطاف حبّات البَرَد. وعند هبوط هذه الحبّات بسرعة فائقة (تزيد أحياناً على ١٥ متراً في الثانية)، فإنها لا تذوب بسرعة بصرف النظر عن درجة الحرارة المرتفعة عند سطح الأرض.

٥ـ ٥. إلى أي حدّ يصل حجم حبّة البَرَد ووزنها؟

تراوح قياسات حبّات البَرَد بين بضعة ملليمترات وعدة سنتيمترات تبعاً للمدة الزمنية التي تتشكل خلال هذه الحبّات داخل السحب، وتبعاً للمسافة التي تقطعها من السُّحب حتى سطح الأرض. ففي الولايات المتحدة الأميركية، بلغ قطر حبّات البَرَد ١٢ سنتيمتراً فيما بلغ وزنها ٧٠٠ غرام. وقد بلغ قياس هذه الحبّات في فرنسا كفّ رجل، ووزنها ١٢٠٠ غرام. وفي تشرين الأول ١٩٧٧، تساقطت حبّات من البَرَد في مدينة مابوتو بجنوب أفريقيا، بلغ قياس قطرها عشرة سنتيمترات، ووزنها ٦٠٠ غرام.

من ناحية أخرى، فالجدير ذكره، أن السحب الركامية الممطرة في البلدان الاستوائية تتمتع بطاقة عمودية هائلة، وعندما تحتكّ حبّات البَرَد بعضها ببعض، تتجمّد كي تكوّن كتلاً كبيرة يفوق وزنها الكيلوغرام أحياناً، كما حدث في الصين والهند. ففي الصين مثلاً، تساقطت في شهر نيسان من عام ١٩٨١ حبات من البَرَد بلغ وزن الواحدة منها سبعة كيلو غرامات.

٥ـ ٦. ما هي خطورة البَرَد؟

يتساقط البَرَد، عادةً، عند حدوث العواصف الرعدية، ولا يعني ذلك أن كل عاصفة رعدية تصحب معها حبّات البَرَد. وتؤكد الإحصاءات أن إمكانية تساقط البَرَد في المناطق المعتدلة هي أقل بعشر مرات من إمكانية حدوث العواصف الرعدية. لكن تكرار تساقط البَرَد في بعض المناطق الجغرافية هو كثير جداً.

ففي الولايات المتحدة الأميركية، يشهد العديد من المناطق تساقطاً

كثيفاً للبَرَد يتجاوز الست مرات كل سنة. أما في فرنسا وشمالي القوقاز وأرمينيا وجيورجيا ومناطق آسيا الوسطى، فيتساقط البَرَد ثلاث أو أربع مرات كل سنة.

أما الأضرار التي يلحقها البَرَد بالمزروعات فهي جسيمة وشاملة. فعند تساقطه، يستطيع البَرَد إتلاف مزروعات الحبوب وقطع أغصان الدوالي والأشجار ودوّار الشمس وإسقاط الثمار وإبادة الدواجن والأغنام، وحتى إصابة الأبقار والناس. ففي عام ١٩٦١، سقطت في الهند حبّة بَرَد بلغ وزنها ثلاثة كيلو غرامات على أحد الفيلة فأردته قتيلاً. وفي عام ١٩٣٩، تساقط البَرَد في مدينة نالتشيك بشمالي القوقاز وقد قارب حجم حبّة البَرَد حجم البيضة، مما أدى إلى إبادة حوالي ألفي نعجة. وفي مدينة ڤارونيج بجمهورية أوكرانيا السوڤياتية حطّم البَرَد قرميد بعض المنازل وخرق السقف الحديدي للأوتوبيس.

إذن، فالبَرَد يشكل خطورة حقيقية عند تساقطه ليس على النباتات والحيوانات فحسب، بل على المنازل ووسائل النقل. ولحسن الحظ، فإنّ ظاهرة تساقط حبّات البَرَد، التي يزيد قطرها على سنتيمتر واحد، نادرة جداً. لكن الكميات الكبيرة من حبّات البَرَد الصغيرة قادرة على إلحاق الضرر بالمزروعات.

من ناحية أخرى، فالبَرَد عند تساقطه بكميات كبيرة، ولبضع دقائق، يكوّن طبقةً تتجاوز سماكتها عدة سنتيمترات. ففي مدينة كيسلوڤودسك (بمنطقة القوقاز في الاتحاد السوفياتي)، تساقط البَرَد في عام ١٩٦٥ مكوّناً طبقةً بلغت سماكتها ٧٥ سنتيمتراً.

٥ـ ٧. ما هي السيول؟

السيول هي تيارات من الحجارة والأوساخ تنجرف من سفوح الجبال ومجاري الأنهر الجبلية إلى الأسفل نحو السهول مدمِّرةً كل ما يعرقل حركتها. وتعتبر هذه الظاهرة أكثر الكوارث الطبيعية خطراً، وقد أطلق عليها «مأساة المناطق الجبلية».

تتشكل في الأودية حواجز كبيرة مكونةً، في أغلب الأحيان، من

الحجارة والحصى والقطع الجليدية أو السدود الثلجية. وعندما يتم ذوبان القطع الجليدية بصورة سريعة، تتشكل أمام هذه الحواجز، في حال عدم وجود مخارج لها، خزانات مائية واسعة أو ما يشابه البحيرات. وقد أطلقت على هذه البحيرات تسمية البحيرات الركامية، وهي بحيرات جبلية تتكون عند السدود الطبيعية وتتألف من رواسب الصخور الصلبة والحصى الصغيرة والرمال والصلصال والجليد والثلوج. فهذه السدود المكوّنة من المواد الركامية، هي بمثابة سدود إسفنجية منتفخة ومشبعة بالماء، «وتنفجر» هذه السدود بشكل فجائي تحت تأثير مياه الذوبان المنجرفة من الأعلى كي تندفع نحو الأسفل عبر الأودية. ويتدحرج هذا التيار بهديره المخيف نحو الأسفل حاملاً معه كتلاً جديدةً من الحجارة والأوساخ فيقتلع الأشجار ويجرف الطبقة العليا من التربة. أما ارتفاع هذا التيار (السَّيل) فيتجاوز عشرات الأمتار في بدايته، لكن هذا الارتفاع ينخفض عند اندفاع التيار نحو المناطق السهلية، كما يكبر حجمه وتنخفض سرعة حركته إلى أن يصطدم بحاجز يعيق حركته ويوقفه تماماً. وإذا اصطدم هذا التيار في أثناء مروره بقرية أو حتى بمدينة، فإنه يحدث كوارث طبيعية ويودي بحياة العديد من الناس ويلحق الخسائر المادية الفادحة، كما حصل ذلك في مدينة ألما ـ آطا عاصمة جمهورية كازاخستان السوفياتية في عام ١٩٢١. ففي تلك الليلة من ذلك العام، إنهارت مواد ركامية على المدينة من جراء تدفق السيول التي بلغ حجمها مليوناً ومئتي ألف متر مكعب وتراكمت في المدينة بعرض بلغ مئتي متر.

٥ـ٨. ما هي علاقة السيول بحالة الطقس؟

تتدفق السيول عادةً بعد اشتداد هطول الأمطار وعند الذوبان الناشط للكتل الجليدية والتراكم الكثيف للثلوج على سفوح الجبال. إذن، فهذه الظاهرة مرتبطة بحالة الطقس، مع أنها ليست ظاهرةً متيورولوجية بحتة.

أما أسباب حدوث السيول فإنها تختلف من منطقة إلى أخرى وفقاً للظروف المختلفة والمتناقضة الخصائص في أحوال الطقس: من طقس غائم إلى طقس ممطر، وآخر تسوده منخفضات جوية أو إلى طقس

معتدل صحو أو جاف أو حار أو طقس آخر تسوده مرتفعات جوية وركود حراري.

٥ـ٩. ما هي وسائل مكافحة السيول؟

إن المناطق التي تحدث فيها سيول خطيرة تقع دائماً تحت مراقبة الاختصاصيين، كما تراقب المناطق الأشد خطراً من الجو بواسطة الطائرات العمودية، ويتم في الأودية تركيز أجهزة لاسلكية تنذر أوتوماتيكياً بحدوث السيول. إن كل ذلك يحول دون حدوث السيول المفاجىء ويسمح للاختصاصيين باتخاذ التدابير الاحتياطية في الوقت المناسب.

فضلاً عن ذلك، فإنّ التدبير الأكثر أهميةً هو بناء السدود الفعّالة المضادة للسيول وإنشاء أقنية التصريف الاصطناعية. ففي جمهورية طاجكستان السوفياتية، تم إنشاء أقنية من الباطون بلغ طولها الإجمالي ٤٠٠ كيلو متر لتصريف التيارات الجارفة للأوساخ والحجارة وتحويل مسارها عن المناطق الصناعية والزراعية. وفي عام ١٩٦٦ تم بناء سدّ وقائي من الأتربة والحجارة زنةَ مليوني ونصف مليون طن بمنطقة ميديو، في إحدى ضواحي عاصمة كازاخستان السوفياتية آلما ـ آطا. وقد أدّى هذا السدّ الوقائي إلى عزل الوادي المؤدي إلى العاصمة.

بهذه الطريقة، بدت واضحةً إمكانية اعتماد الوسائل الهندسية والتقنية في مكافحة الكوارث الناجمة عن السيول وأهمية الأبحاث العلمية التي تُجرى لحلّ هذه المشكلة بشكل عام.

٥ـ١٠. كيف تنشأ العواصف الثلجية، وما هي أنواعها؟

تتنوع العواصف الثلجية على النحو الآتي:

- عاصفة ثلجية شاملة؛
- عاصفة ثلجية محلية؛
- رياح ثلجية.

إنّ الرياح الثلجية والعاصفة الثلجية المحلية تظهر في حال وجود

الثلج «الجاف» أي غير المكدّس والمتساقط لتوّه، مما يسهّل عملية ارتفاعه وحمله مع الريح فيحدث رؤية سيّئة في الطبقة السفلى من الجو. أما الرياح الثلجية، فإنها تحدث حتى في حال هبوب رياح خفيفة نسبياً ومعتدلة تراوح سرعتها بين خمسة وسبعة أمتار في الثانية. وتحدث العاصفة الثلجية المحلية عند هبوب الرياح بسرعة سبعة أمتار في الثانية إذا كان الثلج جافاً، وبسرعة عشرة أمتار في الثانية إذا كان الثلج مبلّلاً إلى حدّ ما. وعند هبوب العاصفة الثلجية المحلية، تبقى الثلوج «محبوسة» في طبقة تبلغ سماكتها عشرات الأمتار بفضل حركة الانتقال الناشطة للهواء. أما في حال هبوب الرياح الثلجية، فإنّ سماكة هذه الطبقة لا تتجاوز بضعة سنتيمترات فقط، لأن الثلوج لا تتساقط في مثل هذه الحالة، ومن الممكن أن تكون السماء خاليةً من الغيوم.

أما العواصف الثلجية الشاملة، فإنها تهب عند اشتداد الريح وعند التساقط الكثيف للثلوج. فعند ذلك تسوء الرؤية وتنتشر التراكمات الثلجية في كل مكان تؤثر فيه الريح. وتهب العواصف الثلجية عادةً في حال تمركز المنخفضات الجوية وتنشأ مع مرور ما يسمّى بالجبهات الجوية.

٥ـ ١١. ما هي خطورة الغطاء الجليدي؟

يتسبب هطول الأمطار وتساقط حبيبات الثلج المبلّلة في تكوّن غطاء جليدي على سطح التربة والنباتات والمنشآت التقنية مثل الأعمدة الحديدية للأسلاك الكهربائية وغيرها. كما وأن هذا الغطاء الجليدي من الممكن أن يتكوّن تحت درجة حرارة سالبة مصحوبة بضباب كثيف. وإذا استمر تساقط الأمطار والثلوج لفترة طويلة وبشكل ناشط، فمن شأن ذلك أن يزيد من خطر الجليد الذي يكسِّر أغصان الأشجار ويقطِّع الأسلاك الكهربائية، كما تنحني وتسقط المنشآت المعدنية الشاهقة. وغالباً ما يكون الغطاء الجليدي على الأرصفة والجسور المغطاة بقشرة جليدية سبباً في إصابات بالأرواح وحوادث سير وأعطال في خطوط الهاتف وأسلاك التغذية الكهربائية. إذن، فظاهرة الغطاء الجليدي تأخذ، في بعض الأحيان، طابع الكوارث الطبيعية عند انتشارها على نطاق واسع.

٥ـ ١٢. كيف تنشأ العواصف الغبارية؟

على الرغم من أن العواصف الغبارية ظاهرة متيورولوجية، فإنها ترتبط أيضاً بالقشرة الترابية وتضاريس الأرض. فهذه العواصف الغبارية هي نسيبة العواصف الثلجية: يحتاج كلا النوعين من هذه العواصف إلى رياح شديدة ومادة جافة بشكل كافٍ على سطح الأرض كي ترتفع مع الهواء وتعلق في الجو لمدة زمنية طويلة. إذن، فإنّ نشوء العواصف الثلجية يحتاج، كما نلاحظ، إلى ثلوج تكسو سطح الأرض دون وجود قطع جليدية، كما أنها تحتاج إلى سرعة رياح تراوح بين سبعةِ وعشرة أمتار في الثانية، بينما تحتاج العواصف الغبارية لنشوئها إلى تربة هشة وجافة خالية من الأعشاب، وإلى رياح تفوق سرعتها خمسة عشر متراً في الثانية.

أما فترة ظهور العواصف الغبارية، فهي في أوائل فصل الربيع، إما في آذار وإما في نيسان، بعد خريف جاف أو شتاء قليل المتساقطات (الأمطار والثلوج وغيرها). كما وأنها تظهر بشكل نادر في شهر كانون الثاني وفي شهر شباط، ونادراً جداً في الفصول الأخرى من السنة.

من جهة أخرى، فالعواصف الغبارية لها حالات مماثلة للحالات السابقة في علم الأرصاد الجوية، منها المحيطات الثابتة الجنوبية والجنوبية ـ الغربية للمرتفعات الجوية القليلة الحركة، والتي تسبب طقساً جافاً مع رياح عنيفة شرقية وجنوبية ـ شرقية.

تنقسم العواصف الغبارية حسب تركيبها وحسب لون التربة التي تنتزعها الرياح إلى أربعة أقسام:

١ـ عواصف غبارية سوداء، ينحصر هبوبها في المناطق الأوروبية من الاتحاد السوڤياتي؛

٢ـ عواصف غبارية بنّية اللون، تهب في آسيا الوسطى ويغلب على تركيبها الطُفال الرملي؛

٣ـ عواصف غبارية حمراء، تحتوي على أتربة ملوّنة بأوكسيد الحديد. وتهب هذه العواصف في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية من آسيا الوسطى وإيران وأفغانستان.

٤ـ عواصف غبارية بيضاء، تحتوي على الأملاح الترابية وتهب في بعض مناطق تركمانيا والڤولغا والكالميك (الاتحاد السوڤياتي).

٥ـ١٣. ما هي خطورة العواصف الغبارية؟

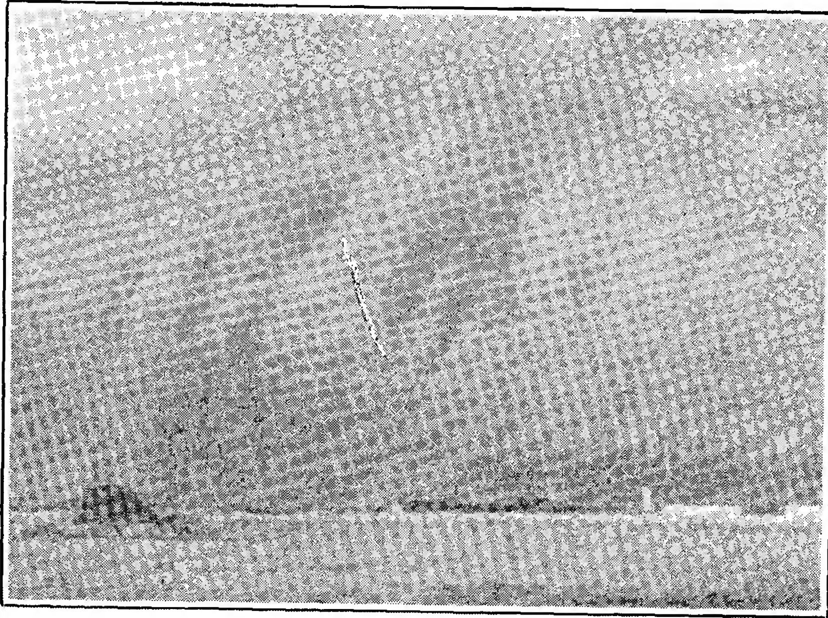
تكاد العواصف الغبارية، بشموليتها ونتائجها، تعتبر من أضخم الكوارث الطبيعية. فعندما هبّت عاصفة غبارية في نيسان عام ١٩٢٨ في منطقة براري وغابات أوكرانيا، حملت الرياح معها أكثر من خمسة عشر مليون طن من الأتربة السوداء من على مساحة مليون كيلومتر مربع، ودفعتها غرباً حيث ترسبت على مساحة ستة ملايين كيلومتر مربع على هضبة الكاربات وفي جمهوريتي رومانيا وبولونيا. وقد قُدِّر ارتفاع السحب الغبارية بـ ٧٥٠ متراً. ويذكر أن مستوى التربة في جمهورية أوكرانيا السوڤياتية قد انخفض ١٥ سنتيمتراً من جراء هذه العاصفة الغبارية.

أما خطورة هذه الظاهرة، فإنها تكمن في القوة الهائلة للرياح العاصفة. وعلى سبيل المثال، فعند هبوب العواصف الغبارية في آسيا الوسطى، بلغ ارتفاع السحب الغبارية عدّة كيلومترات. والجدير ذكره، أن هذه العواصف الغبارية تهدّد حركة الملاحة الجوية بخطر شديد، فقد تتحطم في الجو أو تهوي وتصطدم بالأرض.

وبالإضافة إلى ذلك، فعند هبوب العواصف الغبارية، تسوء الرؤية بشكل كبير ويصل مداها إلى عشرة أمتار فقط. وقد هبّت في بعض البلدان عواصف غبارية أحدثت ظلاماً في النهار، ولم تعد تساعد الإنارة الكهربائية على الغاية المطلوبة. وإذا ذكرنا أن العواصف الغبارية تحدث خراباً ودماراً في المنشآت، وتحدث ضيقاً في التنفس لدى الناس، تصبح واضحةً خطورة هذه الظاهرة، التي من الممكن أن تؤدي إلى كوارث طبيعية في أكثر الحالات. أما مدة استمرار هبوب العواصف الغبارية، فتمتد عدة ساعات ويتعدى ذلك إلى بضعة أيام. وتقع المناطق الجغرافية التي تهب فيها العواصف الغبارية، في أكثر الأحيان، في شمالي أفريقيا وفي شبه الجزيرة العربية.

٥ـ ١٤. ما هي العواصف الرملية؟

عند هبوب العواصف الغبارية، تحمل الرياح معها بالإضافة إلى الغبار الرمال والحصى الدقيقة، وتتطاير هذه الحصى والرمال الخشنة على سطح الأرض. وعلى ارتفاع عشرات الأمتار، تتطاير الرمال الدقيقة، وإلى الأعلى من ذلك تسبح سحابة قاتمة وكثيفة من الغبار. أما عرض هذا التيار الرملي ـ الغباري فيتجاوز مئات الكيلومترات، وتراوح سرعة الرياح بين أربعين وستين كيلومتراً في الساعة. أما العواصف التي تحمل معها الرمال فقط، فهي ظاهرة نادرة نسبياً وتهب في الصحراء الليبية حيث الرمال لا تحتوي على الغبار. وقد وصف شهود عيان العاصفة الرملية على الشكل التالي: سحابة منخفضة كثيفة ومستوية، تنبسط على سطح الأرض كالسجادة، وترتفع رؤوس الناس من خلال هذه السحابة وكأنهم يعومون في حوضٍ للسباحة. أما ارتفاع هذه السحابة، في بعض الأحيان، فيتجاوز المترين.



العواصف الرملية

٥ـ ١٥. لماذا تُباد الأسماك بكميات كبيرة في أحواض المياه الحلوة بعد شتاء قارس؟

يتميز فصل الشتاء القارس في الحزام الأوسط للاتحاد السوڤياتي بصقيعه الشديد، الذي يستمر فترة زمنية طويلة، ويكوّن في الأنهر والبحيرات والبُرك طبقة كثيفة من الجليد، تصل، أحياناً، إلى قعر الأحواض المائية في بعض أقسامها القليلة العمق.

في مثل هذه الظروف المائية، يقلّ وصول الأوكسجين إلى الطبقات المائية حيث تقضي الأسماك فترة الشتاء، مما يؤدي إلى اختناقها إذا لم يتخذ الإنسان التدابير اللازمة لإنقاذها. فمن أهم التدابير التي يجب اتخاذها نذكر: ضخ الهواء بواسطة المضاغط (المكابس) إلى طبقات الماء السفلى، فتح ثغرات في طبقات الجليد، إزالة الجليد الذي يتكوّن في وقت لاحق على سطح الثقوب بواسطة الشقوق بصورة منتظمة.

٥ـ ١٦. ما هو تأثير الزوابع والعواصف الشديدة والكوارث الطبيعية الأخرى على الغابات؟

تشكل الظواهر المتيورولوجية، كالزوابع والعواصف الرعدية والجفاف والصقيع والغطاء الجليدي، خطورةً كبيرةً على الغابات. وفي بعض الأحيان، تُلحق العواصف الشديدة أضراراً جسيمة بالغابات تفوق كمية الأشجار المقطوعة في الموسم السنوي. وعلى سبيل المثال، فقد قطعت العواصف في بريطانيا عام ١٩٥٢ خمسة بالمئة من الحجم الإجمالي لغابات الصنوبر، بينما ألحقت العواصف التي اجتاحت اسكتلندا عام ١٩٦٨، أضراراً جسيمة بالغابات بلغ حجمها ١,٦ مليون متر مكعب، أي ما يزيد بمرتين على كمية الأشجار التي تُقطع في الموسم السنوي.

أما نسبة الأضرار في الغابات بفعل الرياح العنيفة، فإنها ترتبط بعدة عوامل أهمها:

- نوع الأشجار؛

- رسوخ جذور الأشجار في التربة
- متانة جذوع الأشجار؛
- نوعية التربة؛
- توزّع الأشجار بالنسبة لاتجاه حركة الرياح.

وعلى سبيل الذكر، فإن أشجار الشربين والبلّوط هي أقل الأشجار تأثراً بهبوب الرياح، أما الأشجار الأكثر تأثراً بهبوبها فهي البيلسان والباتولا. ومن جهة أخرى، فإنّ الرياح في الأراضي القريبة من المستنقعات تقتلع الأشجار بسهولة أكثر منها في الأراضي الجافة، لأن جذور الأشجار ليس لها امتداد عميق في التربة الرطبة.

إذن، فالأشجار الباسقة هي أكثر تعرّضاً لتأثير الرياح، بينما تهوي الأشجار التي يصل ارتفاعها حتى ستة أمتار من جراء تأثير الرياح بشكل نادر جداً. أما الأشجار التي يراوح ارتفاعها بين ستة وتسعة أمتار، فتزيد نسبة سقوطها بمرتين أكثر من الأشجار التي يفوق ارتفاعها العشرة أمتار.

من جهة أخرى، فإنّ العواصف الرعدية ورياح السموم تؤدي إلى إشعال الحرائق في الغابات. أما الصقيع، فإنه كثيراً ما يتسبب بهلاك الأشجار الفتية، بينما يعمل الغطاء الجليدي على تحطيم أغصان الأشجار التي لا تتحمل ثقل الجليد المتراكم عليها.

٥ـ١٧. أين تنشأ المنخفضات الجوية الاستوائية؟

تقع معظم مناطق نشوء المنخفضات الجوية الاستوائية ضمن حزام الرياح الثابتة الاتجاه، والواقع بين خطوط العرض عشر درجات وعشرين درجة في كلا نصفي الكرة الأرضية فوق الأقسام الدافئة من سطح البحار، حيث تبلغ درجة حرارة الماء ٢٨ درجة مئوية. أما عند خطوط العرض ما دون الخمس درجات، فلا تلاحظ أية منخفضات جوية استوائية، وعند الاقتراب من خط الاستواء تختفي هذه الظاهرة تماماً، لأن تأثير القوة المنحرفة لدوران الأرض ضروري لحركة الهواء الدائرية الثابتة، وهو يشكل بالتالي سبباً لوجود هذه المنخفضات الجوية الاستوائية.

٥ـ١٨. كم من المنخفضات الجوية الاستوائية تنشأ سنوياً فوق الكرة الأرضية؟

تنشأ المنخفضات الجوية الاستوائية فوق الكرة الأرضية بمعدل ١٢٠ منخفضاً جوياً في العام الواحد، وقد كان هذا الرقم منذ خمس وعشرين سنة مستحيلاً بحكم عدم وجود الأقمار الاصطناعية المستخدمة حالياً في الأرصاد الجوية. ففي السنوات السابقة، لم يُرصد أكثر من نصف عدد المنخفضات الجوية الاستوائية، لأن هذه المنخفضات تنشأ، في أغلب الأحيان، فوق البحار والمحيطات حيث يقلّ وجود الجُزُر التي يمكن أن تحوي محطات أرصاد جوية تنبىء بحدوث هذه المنخفضات كل عام.

أما الجدول التالي، فإنه يعطينا تصوراً عاماً لتوزّع المنخفضات الجوية الاستوائية فوق مختلف المحيطات في نصفي الكرة الأرضية. وهذه المعطيات الواردة في الجدول ما هي إلاّ معطيات تقريبية، لأن تكرار نشوء هذه المنخفضات يختلف من عام إلى آخر وفقاً لعدة مناطق، مع أن معدّلها السنوي العام يبقى ثابتاً إلى حدّ ما.

المعدل السنوي لتكرار نشوء المنخفضات الجوية الاستوائية

المحيط	نصف الكرة الشمالي	نصف الكرة الجنوبي
	أوراغان	
المحيط الأطلسي	١٥	—
المحيط الهادىء	١٠	١٢
	تايغون (إعصار صيني)	
المحيط الهادىء	٣٥	—
	منخفضات جوية	
المحيط الهندي	٣٠	١٥
السواحل الشمالية الغربية لأستراليا	—	٣
المجموع	٩٠	٣٠

٥ـ١٩. في أي فصل من فصول السنة يزداد نشوء المنخفضات الجوية الاستوائية؟

تنشأ المنخفضات الجوية الاستوائية، في أكثر الأحيان، في بداية الخريف أو في نهاية الصيف عندما تكون درجة الحرارة عند سطح المياه في المحيطات مرتفعةً جداً، كما تنشأ هذه المنخفضات، بشكل نادر، في فصل الشتاء وتقلّ تماماً في فصل الربيع. أما النسبة التقريبية لنشوء مثل هذه المنخفضات بين الخريف والصيف والشتاء فهي على الشكل الآتي ٢٠ : ١٠ : ١. وبعبارة أخرى، فإنّ نشوء هذه المنخفضات في فصل الخريف يزيد بمرتين عنه في الصيف وبعشر مرات عنه في الشتاء.

٥ـ٢٠. لماذا تُطلق أسماء الناس على المنخفضات الجوية الاستوائية؟

لقد نشأ هذا التقليد في بداية الأربعينات من القرن الحالي، وكانت هذه المصطلحات غير رسمية في البداية لدى علماء الأرصاد في مراكز BBC و BMC بالولايات المتحدة الأميركية، حيث كانت تستخدم في تداول المعلومات عن عواصف الأوراغان وفي تسهيل نقل هذه المعلومات عن حركة هذه العواصف واتجاهها. وقد ساعد ذلك كله على تجنّب الأخطاء واختصار البيانات الإذاعية في الراديو والتلفزيون.

وفيما بعد، أُطلقت الأسماء المؤنثة على عواصف الأوراغان التي انتشرت كثيراً إلى جانب المنخفضات الجوية الاستوائية الأخرى مثل: أعاصير التايفون Taifoun الصينية في المحيط الهادىء، وعلى عواصف المحيط الهندي وبحر تيمور والسواحل الشمالية الغربية لأوستراليا.

لقد نُظّمت أسماء هذه العواصف والمنخفضات الجوية حسب الأحرف الأبجدية، وجرى إطلاق الأسماء المؤنثة المبتدئة بأول حرف أبجدي على أول عاصفة أو منخفض جوي يحدث في بداية السنة، كما جرى إطلاق الأسماء المؤنثة المبتدئة بثاني أحرف الأبجدية على المنخفض الجوي الذي يحدث للمرة الثانية في السنة... إلخ.

لقد تميّزت الأسماء التي تم اختيارها بالاختصار وسهولة التذكّر.

وكان للاعصار الصيني «التايفون» Taifoun جدول من ٨٤ اسماً مؤنثاً. ومنذ عام ١٩٧٩ بدأ إطلاق الأسماء المذكرة على هذه المنخفضات الجوية.

٥ـ ٢١. هل من الممكن أن يكون الطقس سبباً في حرائق الغابات؟

هناك العديد من الأسباب التي تؤدي إلى نشوء الحرائق في الغابات، منها افتعال الإنسان للحرائق، والاحتراق الذاتي للفحم النباتي (الخُث) وانتشاره في الغابة وتأثيره بالتالي على الأحوال الجوية. والجدير بالذكر، أن الطقس يكون، في أكثر الأحيان، عاملاً مساعداً أو معرقلاً لانتشار الحرائق: يشكل القيظ والرياح خطراً مباشراً في نشوب الحرائق على مساحات شاسعة من الغابات، والتي تصعب مكافحتها إلى حدّ كبير. أما الأمطار الغزيرة والطقس الجاف، والغائم، فإنها تشكل عاملاً لتفادي نشوب الحرائق في الغابات.

من جهة أخرى، فالعواصف الرعدية، التي تهب في فصل الصيف بعد فترة طويلة من الحر وانقطاع الأمطار، غالباً ما تكون سبباً في اشتعال الحرائق في الغابات. وإذا انقضّت الصاعقة على مساحة معينة من الحشائش اليابسة والأعشاب الجافة، فإنها تكوّن بذلك منشأً للحريق يستطيع أن يشمل مساحات هائلة إذا لم تفلح الأمطار في إخماده. ومن أخطر أنواع العواصف الرعدية والصواعق، تلك التي تسمى بالصواعق الجافة، أي عندما تكون الشحنات الكهربائية الجوية الموجودة بين الغيوم وسطح الأرض مصحوبةً بهطول الأمطار.

من ناحية أخرى، فقد تميّزت نهاية الصيف وبداية الخريف في عام ١٩٧٩ بحرّ شديد سيطر على قارة آسيا وشمال القارة الأميركية، حيث أدّى إلى نشوب حرائق في غابات الأقاليم الغربية من الولايات المتحدة. وقد أتت الحرائق على أربعين ألف هكتار من غابات كاليفورنيا الأميركية.

٥ـ ٢٢. هل يمكننا إخماد الحرائق في الغابات بواسطة الأمطار الاصطناعية؟

تتكوّن فوق الغابات المشتعلة، في أغلب الأحيان، سحب ركامية كثيفة. وبالإمكان إحداث المطر الاصطناعي عند عملية «تلقيح السحب»، أي رشها بالمفاعلات الكيميائية. وقد تم استخدام هذه الطريقة العلمية على نطاق واسع في صيف عام ١٩٧٩، عندما نشبت الحرائق في إقليم إركوتسك بالاتحاد السوفياتي. ولدى اكتشاف هذه الحرائق، أقلعت طائرة من طراز أ. ن ٢٦٠ الخاصة وأطلقت الصواريخ الكيميائية كي تكون حافزاً على هطول الأمطار وإخماد الحرائق. لكن السحب الركامية غالباً ما تنشأ بشكل دائم فوق كل الحرائق التي تنشب في الغابات. مما يؤكد أن هذه الطريقة الكيميائية هي إحدى الوسائل الكفيلة في مكافحة الحرائق في الغابات.

الفصل السادس

الطقس والمناخ في قارات الكرة الأرضية الستّ



الفصل السادس

الطقس والمناخ في قارات الكرة الأرضية

يتميّز الطقس في مناطق الكرة الأرضية بتنوع كبير للغاية، ويختلف في أي رقعة من الأرض على مدى سنة واحدة أو سنوات عديدة ومن شهر إلى آخر ومن فصل إلى فصل. وإذا شرعنا بمراقبة حالة الطقس في أي منطقة جغرافية على مدى عشرات السنين، فإننا نلاحظ تغيّرات في درجات الحرارة تتميّز بها هذه المنطقة الجغرافية، ويمكننا عند الحاجة أن نحدّد المزايا الخاصة بحالة الطقس في هذه المنطقة، بشكل عام، وحالة الطقس لكل فصل من فصول السنة.

وفيما يختص بالطقس، فالعلماء يقصدون به تلك الظروف الجوية الموجودة بشكل ملموس في لحظة معينة أو في فترة زمنية عند سطح الأرض وعلى ارتفاعات مختلفة. أما مجموعة هذه الظروف الخاصة بمنطقة جغرافية معينة على مدى عدة سنوات، فقد أطلق علماء الأرصاد الجوية عليها تسمية المناخ. فالعلاقة بين هذين المفهومين بديهية كما هو الاختلاف بينهما بديهي. ويمكن للطقس أن يتغيّر عدة مرات على مدى يوم واحد، بينما يلزمنا كي نكتشف تغيّرات المناخ عدة عشرات من سنوات المراقبة وحتى قرن واحد أو عدة قرون.

ففي عام ١٩٧٩ عقد في سويسرا مؤتمر عالمي للأرصاد الجوية، تمت خلاله مناقشة المسائل الهامة في تغيّر المناخ على سطح الأرض، ولم تُسفر هذه المناقشة عن وجهة نظر موحدة للعلماء حول طبيعة تطور المناخ على كوكب الأرض: أهو يتجه نحو البرودة أم نحو الدفء. إنها مسألة ليست سهلة كما نتصور! إلاّ أن العديد من الناس يقومون بالاهتمام

بأسئلة أخرى عن حالة الطقس والمناخ على سطح الأرض. وسنحاول في هذا الفصل، أن نجيب على هذه الأسئلة، تاركين علماء الأرصاد الجوية والمناخ يناقشون مسألة هامة في عصرنا وهي تحوّل المناخ على كوكب الأرض.

٦ـ١. ماذا تعني كلمة مناخ Climat؟

تتألف لفظة مناخ Climat من كلمة يونانية أو كلمتين هما:

Clinein وتعني أحنى وأمال، و Clima وتعني المنطقة أو الاقليم. وبالاستناد إلى آراء بعض العلماء، فقد اعتبر اليونانيون أن المناخ يتحدد إنطلاقاً من خطوط العرض التي تقع بينها المنطقة الجغرافية، أو بمعنى آخر، بواسطة الزاوية التي تؤلفها أشعة الشمس عند وصولها إلى سطح الأرض. ومن هنا بالذات ظهر هذا الاصطلاح. وحسب آراء عدد من العلماء، فإن اليونانيين أدركوا ببساطة أن المناخ هو ظاهرة خاصة بمنطقة محدّدة أو اقليم معين. أما العلماء في العصر الحديث، فإنهم ينظرون إلى المناخ كمفهوم شامل لمجموعة كاملة من النظام الآتي: المحيط اليابسة ـ الاتموسفير على مدى عدة سنوات.

٦ـ٢. كيف نفسّر تنوّع المناخ على الكرة الأرضية؟

يعتبر المناخ أحد الخصائص الفيزيو جغرافية لبقعة من الأرض، ويتحدد إنطلاقاً من الموقع الجغرافي لهذه البقعة، أي بموقعها على خطوط العرض وتوزّع البحر والبرّ فيها وطبيعة هذا البرّ.

أما الارتفاع فوق سطح البحر، فإنه يلعب دوراً هاماً في تكوين المناخ لأي منطقة، كما وتلعب التيارات المائية في المحيطات دوراً هاماً في مناخ المناطق الساحلية والبلدان الواقعة على جُزُر.

٦ـ٣. ما هو المناخ المحلي micro climat؟

المناخ المحلي، هو مناخ مساحة صغيرة داخل اقليم مناخي واسع.

يتمتع هذا المناخ بصفات الاقليم المناخي الأساسية، ولكنه يتميز عنه ببعض الخصائص الذاتية. وإذا أخذنا على سبيل المثال، مناخ الواحات في الصحارى الواسعة، فإننا نشعر بالبرودة عند الينابيع تحت ظلال النخيل، كما نلاحظ نمو النباتات في هذه الواحات باختلاف المناطق المحيطة بها في الصحارى.

أما المدن والغابات، فإنها تتمتع أيضاً بمناخ محلي. ونذكر أن مفهوم «المناخ المحلي» micro climat يتعلق فقط بالطبقة الهوائية للأرض فوق مساحة معينة.

وفي الآونة الأخيرة، دخل على كلمة المناخ اصطلاح جديد هو «المناخ المحلي» أو المناخ المصغّر»، ويُقْصَدُ به المحافظة اصطناعياً على العناصر المتيورولوجية داخل الأماكن المقفلة مثل البيوت البلاستيكية للزراعة والحدائق الشتوية وغيرها.

٦ـ ٤. ما هو التصنيف المعروف للمناخات؟

هناك عدة تصنيفات للمناخات. منها:

- التصنيفات العلمية البحتة لمناخات الكرة الأرضية بأكملها.

- تصنيفات خاصة بالمناطق الجغرافية، وحتى ببعض البلدان على حدة.

أما التصنيف الأكثر بساطةً، والذي يعرفه ويستخدمه الناس هو التالي: مناخ بارد، معتدل، حار بالنسبة لدرجة الحرارة. غير أن هذا التصنيف ليس رسمياً، ويمكننا بالإضافة إلى ذلك، تصنيف هذه المناخات الثلاثة الأساسية بالنسبة لمعدل تساقط الأمطار ومعدل الرطوبة على الشكل الآتي: مناخ بحري، رطب مع سير منتظم لدرجات الحرارة؛ ومناخ قاري جاف مع تفاوت كبير في درجات الحرارة.

وعلى سبيل المثال، فإن منطقة القطب الجنوبي، وحسب هذا التصنيف، هي منطقة ذات مناخ بارد قاري، أما منطقة القطب الشمالي فمناخها بارد بحري، بينما تتميز مناطق أوروبا الشرقية بمناخ معتدل

قاري، كما تتميز مناطق أوروبا الغربية بمناخ معتدل بحري. أما مناطق شمالي أفريقيا والشرق الأوسط وجنوبي آسيا الوسطى، فيسودها مناخ حار قاري، بينما يسود كوبا وجُزر البحر الكاريبي كافةً، مناخ حار بحري.

إذن، هذا هو التصنيف المبسّط والتقريبي لمناخات الكرة الأرضية كافة، والذي لا يشمل المناطق الهامة مثل مناطق سيطرة الرياح الموسمية والمناطق الجبلية المرتفعة.

٦ـ ٥. ما هو أساس التصنيفات العلمية المتعارف عليها للمناخات؟

إن اقتراح العالم الروسي، كيبين، لتصنيف المناخات يحتوي على نظام درجات الحرارة ونسبة الرطوبة بالإضافة إلى انعكاس سطح الأرض على طبيعة المناخ. وقد أبرز كيبين ثمانية أحزمة مناخية مع أحد عشر نموذجاً مناخياً، لكل من هذه النماذج المناخية قياسات دقيقة لدرجات الحرارة ومعدل دقيق لهطول الأمطار صيفاً وشتاءً.

أما عالم المناخ السوفياتي الشهير ب. آليسوف، فقد وضع تصنيفاً للمناخات آخذاً بالاعتبار خصائص دوران Circulation الاتموسفير. وقد أبرز آليسوف سبعة أقاليم مناخية هي: اقليم استوائي، اقليمان مداريان، اقليمان معتدلان واقليمان قطبيان. وتوجد بين هذه الاقاليم الأساسية ستة أقاليم انتقالية هي: اقليمان للرياح الموسمية الاستوائية، اقليمان شبه استوائيين، واقليمان شبه قطبيين (أحدهما شمالي والآخر جنوبي). كما يحتوي كل اقليم من هذه الاقاليم على أربعة نماذج من المناخات حسب التداول السائد للكتل الهوائية، وهي: المناخ القاري ومناخ المحيطات ومناخ الشواطىء الغربية ومناخ الشواطىء الشرقية. ومن أكثر التصنيفات أهمية وبساطةً للأنظمة المناخية في النصف الشمالي من الكرة الأرضية ما قدّمه العالمان أ. غريغوريف و م. بوديكو. ويأخذ تصنيفهما الاتزان الإشعاعي بالاعتبار إلى جانب نظام درجات الحرارة والرطوبة، كما يبرز خمسة أنظمة مناخية هي:

١) مناخ القطب الشمالي، ويتميز بوجود الغطاء الثلجي وبدرجات الحرارة السالبة والاتزان الإشعاعي القريب من الصفر.

٢) مناخ اقليم الطوندرا، ويتميز بمعدل شهري لدرجات الحرارة يراوح بين صفر وعشر درجات، ويتميز بمعدل شهري لدرجات الحرارة يفوق العشر درجات مئوية، وباتزان إشعاعي فوق الصفر، وبنسبة كافية للرطوبة.

٤) مناخ الاقاليم القاحلة (سهول وبراري جافة)، حيث تبلغ نسبة الاتزان الإشعاعي مقداراً يفوق الصفر، وتقلّ فيه نسبة الرطوبة.

٥) مناخ الاقاليم الصحراوية، تفوق نسبة الاتزان الاشعاعي فيه مقدار الصفر، وتقلّ فيه نسبة الرطوبة.

من جهة أخرى، من الممكن أن توجد عدة أنظمة مناخية على مدار السنة في اقاليم جغرافية مختلفة. فمثلاً، مناخ القطب الشمالي في فصل الشتاء، ومناخ الاقاليم القاحلة في فصل الصيف.

٦ـ٦. بِمَ يتميّز مناخ البحر الأبيض المتوسط؟

إن مناخ البحر الأبيض المتوسط هو، حسب رأي العالم كيبين، مناخ معتدل دافىء وجاف في فصل الصيف. أما العالم آليسوف فيصفه بالمناخ شبه الاستوائي للشواطىء الغربية للقارات، الذي يتميز بشتائه المعتدل مع هطول غزير للأمطار، وبصيفه الحار والجفاف نسبياً، وتتساقط الثلوج في مناطق سيطرة هذا المناخ دون أن تكوّن غطاءً جليدياً. فعلى سبيل المثال، تقع المناطق القريبة من هذا المناخ على السواحل الجنوبية لشبه جزيرة القرم، حيث يبلغ متوسط درجات الحرارة (في منطقة يالطا مثلاً) ٢٤ درجة مئوية في شهر حزيران، وأربع درجات مئوية في شهر كانون الثاني، ويتجاوز المجموع السنوي لهطول الأمطار الـ ٦٠٠ ملم، منها ٢٣٠ ملليمتراً في فصل الصيف فقط. أما مناخ منطقة القوقاز الواقعة على البحر الأسود، فهو قريب إلى حدّ ما من مناخ البحر الأبيض المتوسط. ويؤكد العالم آليسوف على وجود مناخات مشابهة لمناخ البحر الأبيض المتوسط خارج حدود هذه المنطقة

المتوسطية، وتحديداً على سواحل ولايات كاليفورنيا وأوريغون وواشنطن في الولايات المتحدة الأميركية، وفي جنوب اوستراليا وجنوب افريقيا، وتتمتع المناطق، التي يسودها مناخ متوسطي، بنباتات فريدة من نوعها وبوجود الأشجار الدائمة الاخضرار على مدار السنة.

٦ـ٧. ما هي الصفات المميّزة للمناخ القاري؟

إن التفاوت الكبير بين درجات الحرارة صيفاً وشتاءً هو من الميزات الأساسية للمناخ القاري، الذي يتميز في المناطق المعتدلة أيضاً بشتاء قارس وصيف حار بالمقارنة مع مناخ السواحل البحرية وجزر المحيطات.

أما الصفة المميّزة الثانية لهذا المناخ القاري، فهي محدودية هطول الأمطار ونقصها في بعض الفصول وحتى في السنة كلها. فهطول الأمطار ليس الميزة المحدّدة الأساسية للمناخ القاري، الذي تلعب التضاريس فيه، بالإضافة إلى عملية التبادل في الغلاف الجوي، دوراً هاماً في التأثير على الأمطار ودرجات الحرارة، مشوهةً بذلك الصورة العامة للطقس الخاص بهذه المنطقة أو تلك.

والجدير بالذكر، أن الأمطار تتساقط بكميات وفيرة على المرتفعات الجبلية أكثر منها على سواحل المناطق القارية. ومن المعروف أن سواحل المحيطات تضم بعض المناطق القاحلة مثل صحراء أتاكاما في تشيلي، حيث تهب على امتداد الساحل تيارات باردة آتية من البيرو تعمل على تلطيف حرّ الصيف؛ وحيث يبلغ التفاوت في درجات الحرارة بين النهار والليل خمس أو ست درجات مئوية، وحيث تتساقط الأمطار في حال سيطرة الرياح الجنوبية الغربية الثابتة الاتجاه.

٦ـ٨. أين تقع مناطق سيطرة المناخ القاري، في نصف الكرة الأرضية الشمالي أم في نصفها الجنوبي؟

من الملاحظ أن نسبة المياه في نصف الكرة الجنوبي أكثر من نسبة اليابسة، مما يجعل المناخ أقل قارياً بالنسبة لنصف الكرة الشمالي.

أما منطقة القطب الجنوبي (أنتاركتيكا)، فتمثل حالة استثنائية معاكسة لهذا المناخ نظراً لوقوعها في القطب الجنوبي. ومع أن نصف الكرة الشمالي هو أكثر دفئاً من النصف الجنوبي، ودرجة حرارة المياه في المحيطات هي أكثر دفئاً بدرجتين مئويتين من المياه الجنوبية، فإننا نلاحظ أن فصل الشتاء هو أكثر اعتدالاً في النصف الجنوبي منه في النصف الشمالي من الكرة الأرضية بين خطوط العرض ٣٠ و٧٠ درجة. كما نلاحظ أن متوسط درجات الحرارة في أقاليم النصف الشمالي هو أعلى منه في النصف الجنوبي على جميع خطوط العرض باستثناء الحزام الواقع بين خطي العرض ٥٠ و٦٠ درجة.

ونورد أدناه الجدول الذي أعدّه أ. مونين وي. شيشكون. والذي يسمى بجدول متوسط درجات الحرارة الاقليمية على سطح الأرض.

خطوط العرض درجة	صفر	١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠	٦٠	٧٠	٨٠	٩٠

نصف الكرة الشمالي

كانون الثاني	٢٦,٧	٢٦,٢	٢٢,٢	١٥,٠	٥,٤	-٦,٣	-١٤,٨	-٢٤,٣	-٢٩,٢	-٣٣,٠
المعدل السنوي	٢٦,٧	٢٧,١	٢٥,٧	٢١,٥	١٤,٤	٥,٦	-٠,٥	-٩,٢	-١٥,٧	-١٩,٣
حزيران	٢٦,٢	٢٧,٥	٢٨,٠	٢٧,٤	٢٣,٢	١٦,٧	١٣,٤	٧,٦	٠,٧	-٢,٠

نصف الكرة الجنوبي

كانون الثاني	٢٦,٧	٢٦,٧	٢٥,٩	٢٢,٩	١٥,٩	٨,١	١,٩	-٣,٩	-١٠,٨	-١٣,٥
المعدل السنوي	٢٦,٧	٢٦,١	٢٣,٨	١٩,٤	١٣,١	٦,٠	-٠,٤	-١٤,١	-٢٧,٠	-٣٣,٠
حزيران	٢٦,٢	٢٤,٩	٢٠,٨	١٥,٩	١٠,٦	٣,٨	-٢,٩	-٢٣,٥	-٣٩,٥	-٤٨,٠

٦ــ٩. ما هي الأقاليم المناخية الجغرافية؟

إن التقسيم الجغرافي لسطح الكرة الأرضية يأخذ بالاعتبار مجموعة

المواصفات التالية: النباتية الجغرافية، والحرارية، والطاقة، ونسبة الرطوبة التي نعبّر عنها من خلال المؤشر الإشعاعي للجفاف. وإنطلاقاً من هذا التصنيف، تقسم الاقاليم الجغرافية إلى ثلاثة عشر اقليماً هي: اقليم واحد ذو اتزان إشعاعي مقداره تحت الصفر (ثلج دائم)، وأربعة أقاليم ذات اتزان إشعاعي يساوي $٢٠٩ \times ١٠^{٣} \frac{\text{جول}}{\text{سم}^{٢} \times \text{سنة}}$ سنة (الصحراء الأركتيكية طوندرا[*]، تايغا[**]، ـ الغابات المتنوعة الأشجار ـ غابات ورقية وسهول، المناطق شبه الصحراوية في الأقاليم المعتدلة، صحارى المناطق المعتدلة)، وأربعة أقاليم ذات اتزان إشعاعي يراوح بين $٢٠٩ \times ١٠^{٣} \frac{\text{جول}}{\text{سم}^{٢} \times \text{سنة}}$ و $٣١٤ \times ١٠^{٣} \frac{\text{جول}}{\text{سم}^{٢} \times \text{سنة}}$ (المستنقعات شبه الاستوائية، السهول والغابات شبه الاستوائية، شبه الصحارى في المناطق شبه الاستوائية، الصحارى الاستوائية)، وأربعة أقاليم أخرى ذات اتزان إشعاعي يفوق $٣١٤ \times ١٠^{٣} \frac{\text{جول}}{\text{سم}^{٢} \times \text{سنة}}$ (المستنقعات والغابات المدارية، البراري الجافة البراري شبه الصحراوية، الصحارى الاستوائية).

لقد قدّم العالمان أ. غريغوريف وم. بوديكو هذا التصنيف في عام ١٩٦٢، والذي يبيّن بشكل كافٍ وتفصيلي جميع تنوعات الأقاليم المناخية الجغرافية في العالم مصحوبةً بالأرقام الموضوعية والخصائص النوعية لهذه الأقاليم.

٦ـ ١٠. ما هو مُعامل Coefficient سيلان المياه؟

من المعروف أن الأمطار المتساقطة تتبخر جزئياً، ويسيل الجزء الآخر منها عبر الشبكة المائية الجغرافية (الأنهار، البحيرات، المستنقعات، الأقنية) إلى البحار، ويشكل الفرق بين الكميات المتساقطة والكميات المتبخرة ما نسميه «بمقدار السيلان» ذي الارتباط المباشر بالنظام الأشعاعي أما نسبة «مقدار السيلان» إلى كمية الأمطار

(*) طوندرا. إقليم في شمال الاتحاد السوفياتي.

(* *) تايغا. أدغال سيبيريا.

المتساقطة فنسميها «معامل Coefficient السيلان». فكلما انخفضت نسبة التبخّر، كلما ازداد مُعامل السيلان. إلاّ أن هذا المعامل يتناقص في الاقاليم النباتية الجغرافية بمعدل ازدياد المؤشر الإشعاعي للجفاف، مما يسبب تردياً في ظروف التبلّل.

وعلى سبيل المثال، فإن تعامل السيلان في اقليم طوندرا يفوق الـ ٠,٧، بينما تراوح قيمته في اقليم الغابات بين ٠,٣ و٠,٧، وفي اقليم السهول بين ٠,١ و٠,٣، وتنخفض قيمته في الصحارى وشبه الصحارى إلى أقل من ٠,١. وفي حال تردّي ظروف التبلّل، أو عند ازدياد المؤشر الإشعاعي للجفاف، يتناقص مقدار السيلان المطلق من ٢٠٠٠ $\frac{\text{سم}}{\text{سنة}}$ حتى ٥٠ $\frac{\text{سم}}{\text{سنة}}$ في إقليم الغابات، ومن ٢٠ حتى ٥ $\frac{\text{سم}}{\text{سنة}}$ في إقليم السهول، وإلى أقل من ١ $\frac{\text{سم}}{\text{سنة}}$ في الصحارى. فهذه الأرقام الواردة صالحة للأراضي الزراعية فقط، بينما هي تختلف تماماً في المناطق الجبلية.

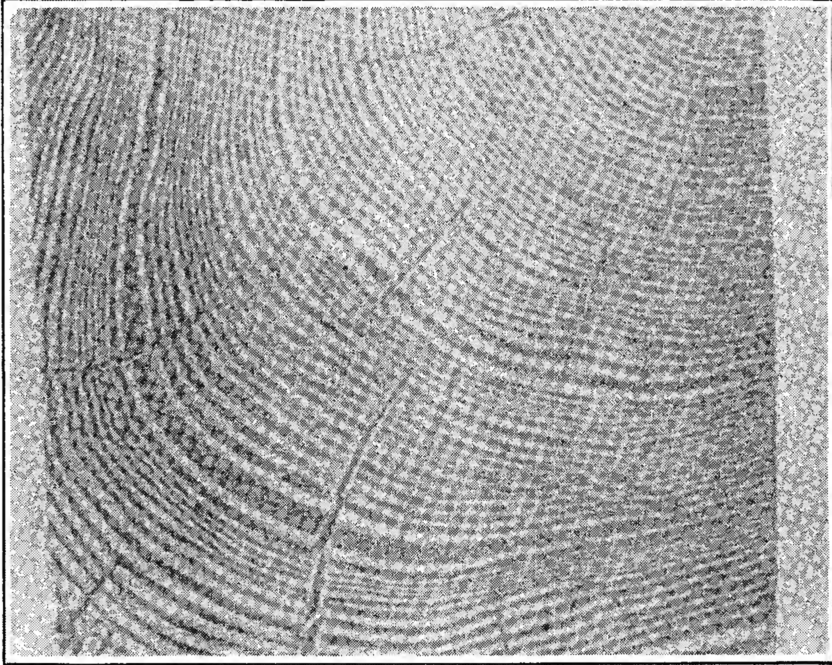
٦ـ ١١. ما هي الظروف المناخية التي تعيّن الحدود الشمالية لانتشار الغابات؟

تتطابق حدود انتشار الغابات على خطوط العرض المتوسطة من نصف الكرة الشمالي مع النمط الذي يناسب المجموع السنوي لدرجات حرارة الهواء لجميع الأيام، عندما يرتفع مقدار هذا المجموع إلى ما فوق العشر درجات مئوية، والذي يراوح عادةً بين ٦٠٠ و٧٠٠ درجة. أما في المناطق الجبلية، فتنتشر حدود الغابات حتى ارتفاعات تتميز درجة الحرارة فيها بانخفاض كبير. ويراوح مقدار المجموع السنوي لدرجات الحرارة فوق العشر درجات مئوية في مرحلة نمو النباتات بين ٢٠٠ و٣٠٠ درجة.

لقد أثبت العالمان ف. داڤيتايا وي. ميلنيك أن الظروف الإشعاعية لتدفئة النباتات تلعب، إلى جانب درجات الحرارة، دوراً هاماً في انتشار الغابات: نلاحظ أن حدود الغابات في الجبال والسهول تناسب المجموع الثابت لدرجات الحرارة على سطح الغطاء النباتي بصرف النظر عن وقوعها على خطوط العرض.

٦ـ١٢. ماذا يمكننا أن نعرف لدى دراستنا للدوائر السنوية في مقطوع الشجرة؟

إن الدوائر السنوية للشجرة هي تأريخ فريد من نوعه لظروف نمو النباتات، ويلاحظ أن جذوع الأشجار تنمو في السنوات الملائمة، أي الدافئة والغنية بالأمطار، أكثر منها في السنوات الباردة والجافة.



الدوائر السنوية في مقطوع الشجرة

لقد اكتشف ليوناردو دافينشي العلاقة المباشرة بين عرض هذه الدوائر وبين الأمطار، وأكد الباحث السويدي في العلوم الطبيعية كارل لينيه من بعده بمئتي سنة (في القرن الثامن عشر) على هذه العلاقة المباشرة بين عرض الدوائر في جذوع الأشجار التي تنبت في شمال أوروبا وبين درجات الحرارة في فصل الصيف. وفي أواسط القرن الحالي، لاحظ عدد من العلماء العلاقة بين عرض الدوائر في جذوع الأشجار التي تنبت في شمال أوروبا وبين درجات الحرارة في فصل

الصيف. وفي أواسط القرن الحالي، لاحظ عدد من العلماء العلاقة بين عرض الدوائر السنوية لجذوع الأشجار وبين استمرار الأشعة الشمسية خلال النهار.

وفضلاً عن ذلك، فقد تبيّن أَن للظروف المتيورولوجية لنمو الأشجار تأثيراً هاماً ليس على عرض الدوائر السنوية فحسب، بل على كثافة الخشب الربيعي والصيفي لكل دائرة على حدة. وقد ابتكر بعض العلماء طريقة خاصة لتحليل كثافة الخشب في الدوائر تقضي باستخدام الأشعة السينية (أشعة إكس) لهذا الغرض.

إذن، فلدى دراستنا للدوائر السنوية لمقطوع الشجرة، نستطيع أن نحكم على مناخ السنة السابقة وتغيّراته.

٦ـ١٣. ما هو علم الأشجار المناخي؟ Dendrologie Climatique

يدرس علم الأشجار المناخي العلاقة بين الدوائر السنوية لجذوع الأشجار المقطوعة وبين العناصر المتيورولوجية ـ درجة الحرارة، الأمطار، أشعة الشمس، وقد وُلد هذا العلم نتيجة لتطور علم الترتيب الزمني للأشجار Chronologie Lendrologique، وهو علم يدرس تحديد أعمار الأشجار بواسطة الأبحاث التي تجري على الدوائر السنوية لجذوع الأشجار المقطوعة.

وبما أن بعض الأشجار تعيش مئات وحتى آلاف من السنين، فإن دراسة الدوائر، السنوية لجذوعها تمكننا من معرفة طبيعة المناخ وتقلبات درجات الحرارة والأمطار وأشعة الشمس في السنوات السابقة، ومن هذه الأشجار نذكر على سبيل المثال: شجرة الماموث في كاليفورنيا، التي تبيّن من خلال قطعها أن عمرها يقارب الثلاثة آلاف سنة، وشجرة الصنوبر الحسكية التي تنمو في وايت ماوتنس، التي تبيّن من خلال قطعها في عام ١٩٥٦ أن عمرها يقارب الأربعة آلاف وخمسمئة سنة.

وفضلاً عن ذلك، فإن مقارنة المقاطع الطرية للأشجار الحيّة مع المقاطع المطمورة منذ زمن بعيد لأشجار أخرى، من شأنها أن تعطينا إمكانية تحديد الترتيب الزمني لتغيّرات الطقس بعيداً عن أعمار الأشجار

الحالية. ووفقاً لهذه الطريقة، فقد جرت في شمال أميركا وفي أوروبا الوسطى مقارنة للدوائر السنوية لجذوع الأشجار التالية: الصنوبر الحسكي والبلوط والشربين والسرو والأرز. وقد تم من خلال هذه المقارنة تعيين الترتيب الزمني المباشر لفترة تتجاوز الثمانية آلاف سنة.

٦ـ ١٤. بِمَ يفيد استخدام الدليل المناخي؟

تحتاج فروع الاقتصاد الوطني كافة، إلى المعلومات المناخية. فهذه المعلومات تتميز بضرورة كبرى لدى وضع التصاميم الانشائية للمشاريع الجديدة، وطرق المواصلات وخطوط الاتصالات السلكية والكهربائية والمجمّعات السكنية، وكذلك عند إنجاز عدد من الأعمال المختلفة والمتعلقة باستصلاح بعض المساحات من الأراضي وتجفيف المستنقعات والتحريج وبناء خزانات المياه، وعند إحداث أنظمة وشبكات الري وإصلاح الأراضي الزراعية.

من ناحية ثانية، فإنه لا يمكننا عملياً إنجاز أي عمل أو أي مشروع عمرانياً كان أم زراعياً، دون الأخذ بالاعتبار مواصفات الطقس وأحواله في منطقة معينة مثل: درجة الحرارة، والأمطار، والرياح، وشدة الظواهر المتيورولوجية المختلفة وتكرارها (الضباب، العواصف الثلجية، العواصف الهوائية، الغطاء الجليدي، الأعاصير والرياح).

أما فيما يتعلق بقواعد البناء والاستثمار المختلفة، فإنها توضع انطلاقاً من الخصائص الوسطية للظروف المتيورولوجية والانحرافات الممكنة عنها. وقد أطلقت على هذه القواعد تسمية المقادير الوسطى المتوفرة في الدليل المناخي.

وأما زراعة الأصناف المنتجة من الحبوب والفاكهة والخضار، وتربية الحيوانات الأليفة والدواجن، فإنها تتطلب معرفة المعلومات المناخية المتوفرة في الدليل المناخي وأخذها بالاعتبار. وتعتبر هذه المعلومات المناخية ضرورية أيضاً عند إعداد الرحلات السياحية ورحلات تسلّق الجبال.

٦ـ ١٥. كم سنة من الأرصاد يتطلب إعداد الدليل المناخي؟

لقد تم الاتفاق في علم المناخ Climatologie على اعتبار مجموعة الأرصاد المعدّلة خلال ثلاثين سنة فترة زمنية كافية. إلاّ أنه من المستحسن أن تكون جميع فقرات الدليل المناخي مرصودة خلال سنة واحدة، وهذا ما لا يمكن تحقيقه عملياً. وفي الدلائل المناخية تعتمد عادةً معلومات مرصودة لعدة سنوات، وهناك بعض الفقرات التي تم تسجيلها نتيجة لأعمال الرصد التي استغرقت حوالي مئة سنة وربما أكثر. ومن أجل المقارنة الدقيقة بين معلومات الفقرات المختلفة من الدلائل المناخية، جرى اعتماد طريقة تسمّى فترات الإشارة للأرصاد خلال السنوات التي تُحدد في المؤتمرات الدولية. وقد اتبع الاخصائيون في العقد الثالث من هذا القرن نتائج الأرصاد من عام ١٩٠١ حتى عام ١٩٣٠، وتتبع الآن نتائج الأرصاد للسنوات ما بين ١٩٣١ و١٩٦٠.

٦ـ ١٦. هل توجد معلومات مناخية وسطية للغلاف الجوي للأرض بشكل عام، ولنصفيها الشمالي والجنوبي على وجه التحديد؟

إلى حانب بارامترات(*) الغلاف الجوي المعياري،الموجودة في الفصل الأول من هذا الكتاب، فإن معدل درجات الحرارة لكامل كتلة الغلاف الجوي يساوي ١٧ درجة مئوية تحت الصفر بالاستناد إلى آراء عدة علماء (ووفقاً للقياس المعياري العالمي للغلاف الجوي، فإن هذا المعدل يساوي ٢٠,٧ درجة مئوية تحت الصفر، وهذا ما يطابق درجة حرارة الهواء على ارتفاع ٥٥٠٠ متر تقريباً). وقد جرى تحديد معدّل نسبة الرطوبة في الجو بـ ١,٢٤ × ١٠^١٩ غراماً من بخار الماء، وهذا ما يطابق طبقة مياه مترسبة تبلغ سماكتها ٢٢ ملليمتراً.

من جهة ثانية، فإن كل كيلو غرام من الهواء في الجو يحتوي على ٢,٣٤ غراماً من بخار الماء. أما كمية الأمطار المتساقطة سنوياً فتقدر

(*) بارامتر Paramètre. كمية متغيّرة القيمة.

بـ ٥,٢٦ × ١٠^٢٠ غراماً، يتساقط ٤,١٢ × ١٠^٢٠ منها فوق المحيطات و١,١٤ × ١٠^٢٠ فوق اليابسة، وتناسب هذه الكمية المتساقطة من الأمطار سنوياً طبقة من الماء فوق سطح الأرض تبلغ سماكتها ١٠٣٦ ملليمتراً، ومن هنا نجد أن بخار الماء يتجدد في الجو ٤٧ مرة سنوياً، أي ما يعادل مرة واحدة ٧,٨ أيام (وبالاستناد إلى معلومات بعض الباحثين ٤٣ مرة سنوياً أي ما يعادل مرة واحدة كل ٨,٥ أيام).

من جهة أخرى، تتبخر من على سطح الأرض سنوياً كمية من الرطوبة تساوي تلك التي تتساقط مع الأمطار، كما يتبخر من البحار سنوياً ٤,٥٣ × ١٠^٢٠ غراماً من الماء، أما من اليابسة فيتبخر ٠,٧٣ × ١٠^٢٠ غراماً.

وفيما يختص بدرجات الحرارة. فإن النصف الشمالي من الكرة الأرضية يتمتع بحرارة أكثر منها في النصف الجنوبي: فمعدل درجات الحرارة في النصف الشمالي، والذي جرى قياسه في حجرة متيورولوجية، أي بارتفاع مترين عن سطح الأرض في محطة الأرصاد الجوية. يساوي تسع درجات مئوية في شهر كانون الثاني و٢٢,٤ درجة مئوية في شهر حزيران. أما المعدل السنوي فيساوي ١٥,٢ درجة مئوية. بينما نجد في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية، أن معدل درجات الحرارة يساوي ١٦,٤ درجة مئوية في شهر كانون الثاني و١١,٤ درجة مئوية في شهر حزيران، أما المعدل السنوي فيساوي ١٣,٣ درجة مئوية.

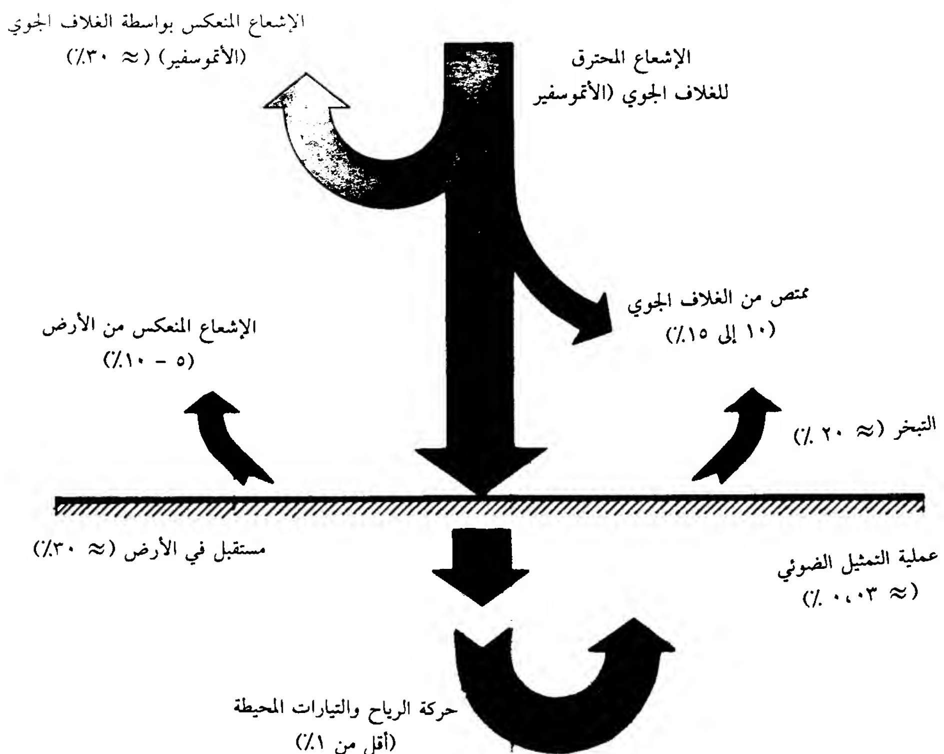
٦ـ١٧. ما هي نسبة الغيوم فوق الكرة الأرضية؟

لقد قُدّر المعدل السنوي للغيوم فوق الكرة الأرضية بـ ٥,٥ درجات، أي أن ٥٥٪ من مساحة الأرض مغطاة بالغيوم كمعدل سنوي. إلاّ أن هذا المعدّل هو ٤,٩ درجات فوق اليابسة و٥,٨ درجات فوق البحار.

٦ـ١٨. ما هي كمية الطاقة الموجودة في العمليات الجوية؟

بالاستناد إلى ي. بوريسنيكوف، فإن الطاقة الداخلية في الجو

تقدر بـ ٨,٦ × ١٠^٢٣ جول، أما الطاقة الكامنة énérgie potentiel فهي ٣,٦ × ١٠^٢٣ جول وطاقة الحركة énérgie Cinétique ٣,٦ × ١٠^٢١ جول، أي أقل بـ ١٪ من الطاقة الكامنة. إلاّ أن طاقة الحركة للجو في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية أكبر بمرتين منها في النصف الشمالي، ويعود ذلك إلى أن الاختلاف في درجات الحرارة بين القطب الجنوبي وخط الاستواء هو أكبر بكثير منه بين خط الاستواء والقطب الشمالي، وعند اختراق الأشعة الشمسية للكتلة الهوائية المحيطة بالأرض (الأتموسفير) تضعف قوتها بسبب عمليتي الانتشار الذري والانتشار الرذيذي، بالإضافة إلى عمليتي الامتصاص الرذاذي والامتصاص الغازي، كي تسمح بمرور ما يقارب ٧٠٠ × ١٠^١٢ ميغا ميغاواط في الساعة الواحدة، أي ما يعادل ثلاثة عشر ألف مرة الاستهلاك الحالي للطاقة في العالم أجمع.



وأما الإشعاع الشمسي، فإن ٣٠٪ منه تنعكس بواسطة الاتموسفير كي تُرسل ثانيةً في الفراغ الكوني، بينما تمتص الكتلة من ١٠ إلى ١٥٪ من الإشعاع، ويصل الباقي إلى سطح الأرض ليعود ويرتد الجزء الأكبر منه في الكتلة نفسها من خلال شكل حراري. أما ظاهرتا التبخر وهطول المتساقطات الطبيعيتان فتستهلكان ٢٣٪ تقريباً من مجموع الإشعاع، تاركةً أقل من ١٪ لحركتي الرياح والتيارات البحرية والمحيطية. والمدهش حقاً، أن عملية التمثيل الضوئي photosynthèse في الغطاء النباتي الأخضر، أي تلك التي تتوقف بدونها الحياة على سطح الأرض، تمتص أقل من ٠,٠٣٪ من هذه الطاقة.

أما مجموع الطاقة الواصلة إلى مساحة متر مربع واحد من سطح الأرض عند خط الاستواء مقاسةً عند الظهيرة في حال صفاء السماء من الغيوم، فيمثل من ٦ إلى ٨ كيلو واط في الساعة الواحدة وتتدنى هذه الشدّة إلى ٠,٨ كيلو واط في مدينة أو تجمع عمراني (انظر الشكل).

إذن، باستطاعتنا وصف نظام الاتموسفير ـ سطح الأرض بواسطة آلة حرارية ذات مُعامل Coefficient كبير في قدرته الفاعلة. أما طاقة الحركة، فإنها تساوي ١٤٠ جول في كل وحدة من الكتلة الهوائية، مما يتناسب مع السرعة المتوسطة للعمليات الاتموسفيرية، التي تساوي ١٧ $\frac{\text{متر}}{\text{ثانية}}$.

٦ـ١٩. ما هي أعلى درجات الحرارة في القارات الست؟

تبلغ درجة حرارة الهواء القصوى في جميع القارات الست خمسين درجة مئوية باستثناء قارة الأنتاركتيكا. وقد تم تسجيل ارتفاع في درجة الحرارة في آسيا والهند وأوستراليا بلغ ٥٣ درجة مئوية، كما سجّل ارتفاع درجة الحرارة رقماً قياسياً في المكسيك، حيث بلغ ٥٨ درجة مئوية في الحادي عشر من شهر آب ١٩٣٣، وفي مدينة العزيزية بالقرب من طرابلس الغرب في ليبيا. وفي أميركا الشمالية، بلغ ارتفاع درجة الحرارة ٥٦,٧ درجة مئوية في سهل الموت الشهير بولاية كاليفورنيا. أما في الأنتاركتيكا، فلا يرتفع عمود الزئبق أكثر من ١١,٦ درجة مئوية تم

تسجيلها في محطة أوازيس في شهر كانون الأول ١٩٥٦.

٦ـ ٢٠. أين يقع «القطب البارد» وما هي درجة حرارته الدنيا؟

تعتبر محطة «أويمياكون» الواقعة في منطقة ياقوتيا بالاتحاد السوفياتي «القطب البارد» لكوكب الأرض. ففي عام ١٩٣٨، تم فيها تسجيل انخفاض بدرجات الحرارة بلغ ٧٧,٨ درجة مئوية تحت الصفر، مع أن انخفاضاً آخر بدرجات الحرارة تم تسجيله في محطة «ڤوستوك» (الشرق) التابعة للأنتاركتيكا وبلغ ٨٨,٣ درجة مئوية تحت الصفر. وبما أن محطة «ڤوستوك» تقع على ارتفاع ٣٤٨٨ متراً عن سطح البحر، فإننا لا نستطيع اعتبار الانخفاضات بدرجة الحرارة في هذه المنطقة رقماً قياسياً.

وإذا أردنا مقارنة نتائج الأرصاد الجوية لمحطات مختلفة، فعلينا تحويل قياساتها عند ذلك بالنسبة لارتفاعاتها عن سطح البحر. وفي هذه الحالة، نلاحظ أن أدنى درجات الحرارة هي في محطة «أويمياكون» وبلغت ٧٧,٨ درجة مئوية تحت الصفر، مع أنها كانت قد بلغت ٨٨,٣ درجة مئوية تحت الصفر في محطة «ڤوستوك».

٦ـ ٢١. ما هو المعدل السنوي الأقصى والأدنى لدرجات الحرارة؟

لقد تم تسجيل أقصى معدل سنوي لدرجات الحرارة في مدينة لو بالصومال حيث بلغ ٣١ درجة مئوية، كما تم تسجيل أدنى معدل سنوي لدرجات الحرارة في محطة «ڤوستوك» بالأنتاركتيكا حيث بلغ ٥٥,٦ درجة مئوية تحت الصفر.

٦ـ ٢٢. ما هو معدل درجات الحرارة لمياه المحيطات؟

لقد بلغ متوسط درجات الحرارة لمياه المحيطات (باستثناء الحوض الأركتيكي) ٥,٧ درجات مئوية، أي بما يزيد بـ ٢٢,٧ درجة مئوية على متوسط درجات حرارة كتلة الأتموسفير. وقد تبيّن أن أكثر المحيطات دفئاً هو المحيط الهندي، حيث بلغ متوسط درجات الحرارة

لمياهه ٦,٧ درجات مئوية، بينما بلغ هذا المعدل في المحيط الأطلسي ٥,٦ درجات مئوية وفي المحيط الهادىء ٤,٧ درجات مئوية.

٦ـ ٢٣. ما هو أعلى مقدار للضغط الجوي على الأرض؟

لقد تم في ٣١ كانون الأول ١٩٦٨ تسجيل أقصى ارتفاع في الضغط الجوي على الأرض، وذلك في محطة «أغاتا» في شمالي غربي سيبيريا، حيث بلغ ١٠٨٣,٢ غرام باسكال (ملليبار)، أي بما يعادل ٨١٢,٤ ملليمتراً من عمود الزئبق.

٦ـ ٢٤. ما هو أدنى مقدار للضغط الجوي على الأرض؟

لقد تم في الثاني من أيلول ١٩٣٥، في ولاية فلوريدا بالولايات المتحدة الأميركية، تسجيل انخفاض كبير في الضغط الجوي عند حدوث الزوابع بلغت قيمته ٨٩٢,٣ غرام باسكال (ملليبار)، أي بما يعادل ٦٦٩,٣ ملليمتراً من عمود الزئبق. هذا بالنسبة لليابسة. أما في البحار فقد بلغ الانخفاض في الضغط الجوي ٨٧٧ غرام باسكال (ملليبار)، أي بما يعادل ٦٥٨ ملليمتراً تقريباً من عمود الزئبق تم تسجيلها في «تايفون» غربي جزيرة غوام في المحيط الهادىء في ٢٤ أيلول ١٩٥٨.

٦ـ ٢٥. ما هي المناطق الأكثر مطراً والأقل مطراً على الكرة الأرضية؟

يعتبر جبل «واماليالي» في جزيرة «كاوابي» بجزر الهاواي من أكثر المناطق التي تشهد هطول الأمطار غالب أيام السنة، حيث تسجّل ٣٣٥ يوماً ممطراً كمعدل سنوي، وفي المقابل فإن صحراء أتاكاما في التشيلي لا تشهد يوماً ممطراً على الإطلاق.

فقد بلغ المعدل السنوي لكمية الأمطار المتساقطة فوق جزر الهاواي وتحديداً على جبل «وايڤيل» ١١٩٨ سنتيمتراً. أما في جبل «تشيرابوندجي» بالهند، فقد بلغ هذا المعدل ١١٤٠ سنتيمتراً، وحطّم في

عام ١٨٦١، رقماً قياسياً إذ بلغ ٢٣٠٠ سنتيمتر. إذن، فإن منطقتي «وايڤيل» و«تشيرابوندجي» هي من أغنى المناطق أمطاراً في العالم.

أما المناطق التي تفتقر إلى الأمطار في العالم، فإنها تقع في افريقيا وأميركا الجنوبية وفي غوطة كهارا بمصر، على وجه التحديد، حيث بلغ المعدل الوسطي لسقوط الأمطار أو. ٠,١ ملليمتراً. أما في منطقة أريكا في تشيلي، فقد بلغ هذا المعدل ٠,٥ ملليمتراً.

٦ـ٢٦. ما هي العوامل التي تحدث تغييراً في المناخ؟

تقسم العوامل الطبيعية إلى عدة مجموعات فلكية وجيوفيزيائية ومتيورولوجية. فالمجموعة الفلكية تضم العوامل التالية: الإشعاع الشمسي، ومكان الأرض وحركتها في النظام الشمسي، وانحناء محور دوران الأرض عن سطح المدار وسرعة دورانها. وهذه العوامل هي عوامل خارجية مكونة للمناخ ومرتبطة بتأثير بقية الكواكب والأجرام في المجموعة الشمسية على حركة الكرة الأرضية. وتحدد هذه العوامل ما يسمى بالتشميس Insolation وكذلك التأثيرات الجاذبية التي تؤلف عمليتي المدّ والجزر والذبذبات في حركة الأرض حول محورها وحول مدارها (أي حول الشمس). ومن الجائز تماماً أن تكون التغيّرات في بارامترات مدار الكرة الأرضية وانحناء محورها سبباً في تقلبات الطقس الهائلة في الماضي البعيد. وتؤيد هذه الفكرة مجموعة من العلماء أتباع عالم الفيزياء الفلكية اليوغسلافي ميلانكوڤيتش.

أما المجموعة الجيوفيزيائية للعوامل الطبيعية، فإنها تتعلق بخصائص الأرض كونها كوكب سيّار: قياسات الأرض وكتلتها، المصادر الداخلية للحرارة، الحقل المغنطيسي وحقل الجاذبية للأرض، خصائص سطح الأرض وتفاعله مع الأتموسفير. ويعتبر تأثير هذه العوامل ثابتاً لفترة زمنية طويلة يستطيع سطح الأرض خلالها المحافظة على شكله الحالي. إلاّ أن هذا التأثير أمكن في الماضي البعيد، إحداث تغيير في مناخ الكرة الأرضية. وتكفي الإشارة هنا، إلى حركة اليابسة والتغييرات التي طرأت على توزيع المساحات بين البحر واليابسة.

وعلى شكل السلاسل الجبلية وارتفاعها.

وأخيراً، هناك المجموعة المتيورولوجية للعوامل الطبيعية، والتي تضم الخصائص الأساسية للكتلتين المائية والهوائية المحيطتين بالأرض، بالإضافة إلى التركيب الكيميائي لهما، أما احتواء الأتموسفير للشوائب الدينامية الحرارية الناشطة مثل الماء وغاز الكربونيك والرماد الهوائي، فيشكل أهمية بالغة في تكوين مناخ الأرض، ومن شأن أي تغيير في كمية هذه الشوائب أن يكون سبباً في تقلبات المناخ، في الماضي أو في المستقبل.

٦ـ ٢٧. ماذا نعرف عن تقلبات مناخ الأرض في السابق، وما هي أسبابها؟

تحتوي المراجع العلمية على معلومات عديدة بشأن التغييرات التي طرأت على مناخ الأرض في الماضي، لكن الأسباب الحقيقية لهذه التغييرات لم تُعرف حتى الآن. وقد بُرهن، عملياً، على أن مناخ الأرض كان قد تغيّر مرات عديدة، وكان أكثر دفئاً منذ ملايين السنين. فخلال هذه الفترة الزمنية الطويلة، تعاقبت أربعة عصور جليدية تميّزت بالبرودة القاسية في مناخ خطوط العرض المتوسطة من النصف الشمالي للكرة الأرضية، عندما كانت درجة الحرارة آنذاك أقل من درجة الحرارة الحالية خمس درجات تقريباً. وفي العصر الجليدي الثاني، ارتفعت الحرارة بضع درجات وبقيت ترتفع تدريجاً وبانتظام في العصرين الجليديين الثالث والرابع.

ففي العصور الجليدية، كانت المساحات الشاسعة والواقعة بين خطوط العرض المعتدلة والقطبية مكسوّةً بالجليد. أما المساحات المتبقية، فكان يسودها مناخ أكثر قساوة وجفافاً من المناخ الحالي.

لقد بدأ العصر الجليدي الأول منذ مليون سنة تقريباً. واستمر حوالي أربعمائة ألف سنة، وقد تميّز بجباله الجليدية التي كست مناطق أوروبا الغربية وكندا وقسماً من الولايات المتحدة الأميركية. ومن ثم انحسرت هذه الجبال الجليدية كي تجعل من الارتفاع الطفيف في

درجات الحرارة، بعد مرور آلاف السنين، قطعاً جليدية في أوروبا وأميركا الشمالية، وكان ذلك منذ خمسمائة ألف سنة تقريباً.

أما العصر الجليدي الثاني، فقد بدأ منذ مئتي ألف سنة تقريباً، واستمر حوالي مئة ألف سنة، وتميّز بمناخ دافىء في النصف الشمالي من الكرة الأرضية. وبعد أن بدأت المرحلة الناشطة من التجمّد في أوروبا الشرقية وبلغت حدودها خطوط العرض الشمالية ٤٨ درجة (العصر الجليدي الثالث)، أدى الارتفاع الجديد في درجات الحرارة إلى تراجع الجبال الجليدية وراء حدود قارتي أوراسيا وأميركا الشمالية. وقد تلت هذه المرحلة آخر عملية تجمّد ناشطة للغاية بدأت منذ ٧٥ ألف سنة تقريباً وانتهت منذ حوالي عشرة آلاف سنة (العصر الجليدي الرابع)، وبعد ذلك، جاءت المرحلة الأخيرة من العصر الجليدي الرابع وهي الارتفاع التدريجي في درجات الحرارة، الذي بلغ ذروته على خطوط العرض الشمالية. وقد أطلقت على هذه المرحلة تسمية العصر الويكنفي، الذي بدأ في نهاية الألف سنة السابقة واستمر حتى بداية الالف سنة الحالية.

أما في القرن الثاني عشر الميلادي، فقد بدأت تظهر بوادر التوقف في ارتفاع درجات الحرارة. وفي القرنين الخامس عشر والسابع عشر، بدأ ما يسمّى بالعصر الجليدي الأصغر، الذي حمل معه الجليد إلى معظم مناطق غريلانديا، ودفع جبال الألب الجليدية إلى سهول أوروبا الوسطى، وتسبب في قساوة فصل الشتاء في المناطق المعتدلة الحرارة. وقد استمر هذا العصر حتى الأربعينات من القرن الحالي كي يتحول إلى مرحلة جديدة باردة بدأت منذ الستينات من هذا القرن.

الفصل السابع

الدلائل المحليّة والمعتقدات الشعبية حول حالة الطقس



الفصل السابع

الدلائل المحلّية والمعتقدات الشعبية حول حالة الطقس

إن حالة الطقس التي تؤثر على طبيعة نشاط الناس وظروف حياتهم وحالتهم الصحية، كانت موضع اهتمامهم بصورة دائمَة. وقد كان هذا الارتباط في الماضي البعيد بحالة الطقس شديداً إلى حدٍّ كبير، لكن حدّته خفت في هذه الأيام ورغم ذلك فهو موجود بقدر اهتمام الناس بحالة الطقس في المستقبل.

ومن الطبيعي ألاّ يذهب اهتمام الناس بحالة الطقس سدىً، وقد وجد لنفسه انعكاساً في لغات الشعوب وأقوالهم المأثورة وأمثالهم الشعبية وعاداتهم التي تعكس اكتساب البشرية لخبرة التعامل مع الطبيعة وترقبها. وقد أبقت هذه الخبرة لدى الناس إيماناً بالخرافات منذ عصور ما قبل التاريخ.

ففي العصور الغابرة، ساعدت الأديان على تنمية القبول غير الانتقادي لدى الناس وعلى ترسيخ بعض التصورات المأخوذة من الأديان بالاستناد إلى تنبوءات من مختلف الإدعاءات الكاذبة المستغَلّة من خلال جهل أحد أفراد القبيلة مثل الكهنة والسّحرة والرقاة والحكماء ورجال الدين. . . وغيرهم.

وفي أيامنا الحاضرة، لا يعمل خبراء الأرصاد الجوية وحدهم على التنبؤ بحالة الطقس، بل يوجد أشخاص غيرهم يفكرون أيضاً في هذه المسألة. ومن هؤلاء الناس نذكر سكان الريف وصيادي الأسماك والبحّارة وحرّاس الغابات والطيارين كمندوبين لعدة مهن ترتبط بالتواجد الدائم في الهواء الطلق.

لذلك، فإن بعض الناس يملكون القدرة على الحكم الصحيح نسبياً على حالة الطقس، ليس من خلال النشرات الجوية الإذاعية فقط، بل من خلال ما يسمّى بالدلائل المحلية. فهذه الدلائل المحلية ليس لها أي وجود في الواقع، ويستند استخدامها إلى حدّ ما إلى أساس علمي صارم.

الأشهر في الدلائل والأمثال الشعبية

الدلائل والأمثال الشعبية هي خلاصة تجارب الشعوب وانعكاس يومي لحياتهم، وهي تأتي دائماً باللغة المحكية المتداولة، أو ما يسمّى باللهجة العامية. فالدلائل والأمثال الشعبية التي قيلت في أحوال الطقس والمناخ ترصد وتفسّر الجو المناخي المتعلق بموسم معيّن أو بفترة زمنية محدّدة في شهر واحد أو بين شهرين متتاليين.

ففي شهر أيلول، ثمة فترة زمنية تنحصر بين عيد الصليب الغربي (١٤ أيلول) وعيد الصليب الشرقي (٢٧ أيلول) تؤلف إثني عشر يوماً تدل حالة الطقس في كل يوم منها على حالة الطقس في شهر من السنة. أي أنه إذا راقبنا حالة الطقس في ١٥ أيلول، فإنها تدل على حالة الطقس في شهر تشرين الأول، وحالة الطقس في ١٦ أيلول تدل على حالة الطقس في تشرين الثاني وهلمجرا. وهناك من يقول إن هذه الفترة الزمنية تبدأ من ٢٧ أيلول، أي أن حالة الطقس في هذا اليوم تدل على حالة الطقس في شهر تشرين الأول.

وفي الأمثال الشعبية هناك الأربعينية والخمسينية والسعود. فالأربعينية (وهي المربعانية باللهجة العامية) في الشتاء قاسية (مربعانية الشتاء) ومن اسمها تعني من أربعين يوماً تمتد من الواحد والعشرين كانون الأول حتى الحادي والثلاثين من كانون الثاني. والخمسينية، التي تمتد خمسين يوماً من أول شباط حتى الثاني والعشرين من آذار.

أما السعود (وهي تأتي ضمن الخمسينية) فهي أربعة مدة الواحد منها إثنا عشر يوماً ونصف اليوم لكل تسميته وصفاته: الدابح - بلع - السعود - الخبايا، ومن الأمثال التي قيلت في السعود:

ـ سعد الدابح ما بيخلّي كلب نابح (من شدة البرد).
ـ سعد بلع السما بتمطر والأرض بتبلع.
ـ سعد السعود بتدب الماويّة (الميّة) بالعود وبيدفا كل مبرود (أول الزهر).
ـ سعد الخبايا تنتقل الصبايا (تباشير الدفء).

وبين سعد بلع وسعد السعود تأتي المستقرضات وهي أربعة أيام من شباط وثلاثة أيام من آذار وطقسها ممطر وبارد.

وفي الربيع، عندما تنق الضفادع يقال «ما دام القرّ بيقرّ ما بيعود البرد بيضرّ».

أما مربعانية الصيف وتبدأ من ٢٠ تموز وتنتهي في آخر شهر آب فهي حارة جداً.

أما فيما يتعلق بالأشهر فقد جاءت فيها الأمثال الشعبية التالية:

كانون الأول وكانون الثاني؛ ـ إذا غاب عنك العنب والتين عليك بميّة كوانين.

ـ بكانون كنّ بيتك وخبيّ خبزك وزيتك.

شباط ـ بشباط بتدب الماوية بالعروق ويزهّر اللوز والبروء (الجنارك).

ـ شباط إن شبط وإن لبط وإن خبط ريحة الصيف فيه.
ـ شباط ما على كلامه رباط.

آذار حيث بداية فصل الربيع وفيه تكثر النزهات للاستمتاع بمنظر الأشجار التي اكتست بالزهر والأرض التي لبست حلة خضراء. لكن هذا الشهر لا يخلو من أيام باردة أو شتوية، ومن الأمثال التي قيلت عن هذا الشهر.

ـ آذار فيه سبع ثلجات كبار ما عدا الزغار (الصغار).
ـ آذار خبيلّو الفحمات الكبار (إشارة إلى شدة البرد).
ـ بآذار ضهّر بقراتك عالدار (إشارة إلى خُضرة الأرض وسطوع الشمس).

نيسان؛ وهو شهر لا يخلو من البرد والمطر وأحياناً الثلوج.
ـ مطرة نيسان بتحيـي قلب الإنسان.
أيار؛ ويسمى نوار لأنه شهر الأزهار.
حزيران؛ ـ بحزيران بـينزل المشمش وبـيكبر الرمّان.
ـ حزيران فيه نيران (مبشراً بلهيب الصيف).
تموز؛ ـ بتمّوز بتغلي الميّة بالكوز (من شدة الحرّ).
آب؛ ـ آب اللهاب، ومعه أفول الصيف (باب الصيف عاب).
أيلول؛ ـ طرفو بالشتا مبلول (كتابة عن بدء الشتاء).
تشرين؛ ـ بتشرين بـيخلص العنب والتين
ـ برد تشرين يبخرق المَصَرين (الأمعاء) (إشارةً إلى توقي البرد).

وبـين تشرين الأول وتشرين الثاني تمر بعض الأيام الدافئة الهاربة من الصيف فيقولون: بـين تشرين وتشرين صيف ثاني.

٧ـ ١. ما هو الأساس العلمي للدلائل المحلية حول الطقس؟

يمكننا أن نحكم على تطورات العمليات الجوية وتغيّرات الطقس المرتبطة بها بمجموعة من الدلائل، من خلال مراقبة نقطة معيّنة على سطح الأرض دون أية معلومات عن حالة الطقس في مناطق أخرى، أي دون استخدام خرائط الطقس.

فمن أقدم طرق الأرصاد الجوية وأكثرها ضمانة هي مراقبة حالة السماء والغيوم، إذ أن معظم الظواهر المتيورولوجية ترتبط ارتباطاً وثيقاً بحالة السماء والغيوم. ومن هذه الظواهر: تساقط الأمطار والثلوج، والتغيّرات في درجة حرارة الهواء ورطوبته وفي مدى الرؤية، واشتداد الرياح وانحسارها وظاهرات أخرى متعددة. أما الرياح فإنها تقدم لنا تصوراً ما حول إمكانية التغير في حالة الطقس: التغير الذي قد يطرأ على اتجاهها وسرعة حركتها، لأن الرياح تحمل معها كتلاً هوائية باردة أو حارة، جافة أو رطبة، ثابتة أو غير ثابتة. فهذه الكتل الهوائية، بشكل عام، هي التي تحدد بالذات حالة الطقس. وإلى جانب هذه الكتل

الهوائية، تحمل الرياح معها في بعض المناطق بعض أنواع الضباب والغيوم والغبار القاري والرمال.

وإذا تمكن المراقب من الحصول على معطيات بواسطة جهاز لقياس الضغط الجوي كالبارومتر اللاسائلي (المعدني) أو حتى الباروغراف، وإذا تمكن من معرفة طابع تغيّر الضغط الجوي المسمّى بالاتجاه الباري (البار ـ وخدة قياس الضغط الجوي)، فإن من شأن ذلك كله أن يساعد المراقب على إدراك العمليات التي تجري في الغلاف الجوي، ويستطيع المراقب، لدى مقارنته هذه المعطيات بطابع التغييرات داخل الغيوم، أن يصل إلى اليقين في تنبؤه عن حالة الطقس في الساعات القادمة.

وبالإضافة إلى حالة الطقس، يلاحظ المراقب تغييرات تفصيلية عن العالم الذي يحيط بنا مثل: مسلك الحيوانات والحشرات والزهور وأوراق النباتات وألوان الفجر ولون السماء وسطوع الشمس وظهور القمر والنجوم. إن جميع هذه الأمور المبّسطة هي دليل على سير العمليات التي تجري في الغلاف الجوي للأرض، ويمكننا بالتالي الحكم من خلالها على أي تغيّر يكاد يطرأ على حالة الطقس. والجدير بالذكر، أن أية استنتاجات عن حالة الطقس هي تقريبية وإلى حدّ ما حتمية. ومن أجل النجاح في استخدام الدلائل المحلية، ينبغي أن يكون هناك على الأقل تجهيزات متيورولوجية بسيطة. وبالطبع ينبغي معرفة كل الدلائل في تقييم حالة الطقس تقييماً موضوعياً: من الخطأ أن تغلب الحالة المرغوب بها على الحالة المرتقبة كما يحصل ذلك مع عدة أشخاص من الهواة الذين يراقبون حالة الطقس.

٧ـ ٢. ما هي الغيوم التي تشكل بادرةً للعواصف الرعدية؟

لا يفوتنا ـ أن نعلم أن الغيوم التي تشكل بادرةً للعواصف الرعدية لا تبدو في السماء قبل وقت طويل من رصدها. فهذه الغيوم العاصفة تظهر عند اقتراب الجبهة الجوية التي تتحرك عبر مجموعة من السحب الركامية الممطرة ذات القمم المميّزة، والتي نستطيع رؤيتها من بعيد حتى

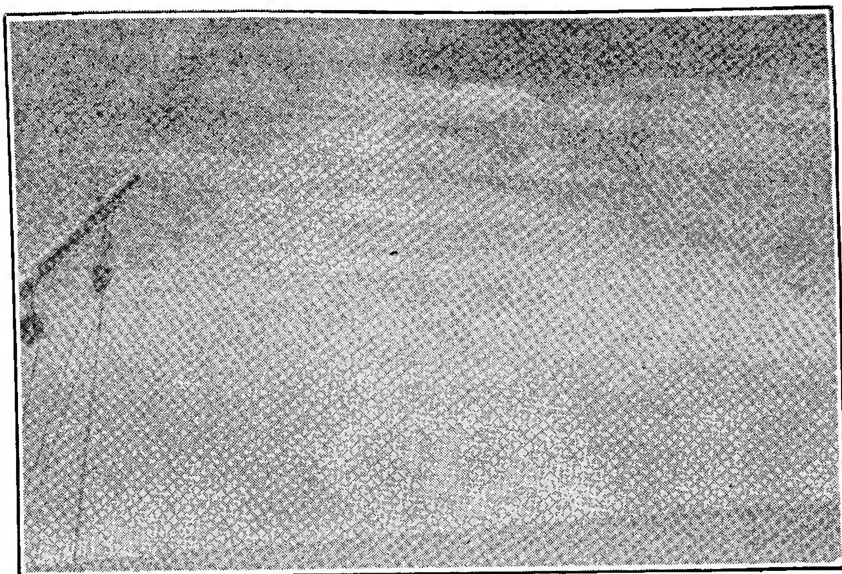
في حال عدم وجود أي سحب أخرى أمام هذه الجبهة الجوية. وتنبىء هذه الغيوم العاصفة باقتراب العواصف الرعدية الجبهوية، التي يستطيع المراقب من على سطح الأرض تشخيصها قبل حدوثها بنصف ساعة أو ساعة كاملة كما يتمكن المراقب من تشخيص هذه العواصف إذا لم ير قمم السحب الركامية الممطرة، وإذا أمكنه رؤية قواعد هذه الغيوم فقط، والتي تسمّى بـ«جيب العاصفة»، قبل حدوث العواصف الرعدية بعشرين أو ثلاثين دقيقة.



السحب السمحاقية تنبىء بترد في حالة الطقس فوق اليابسة والبحار

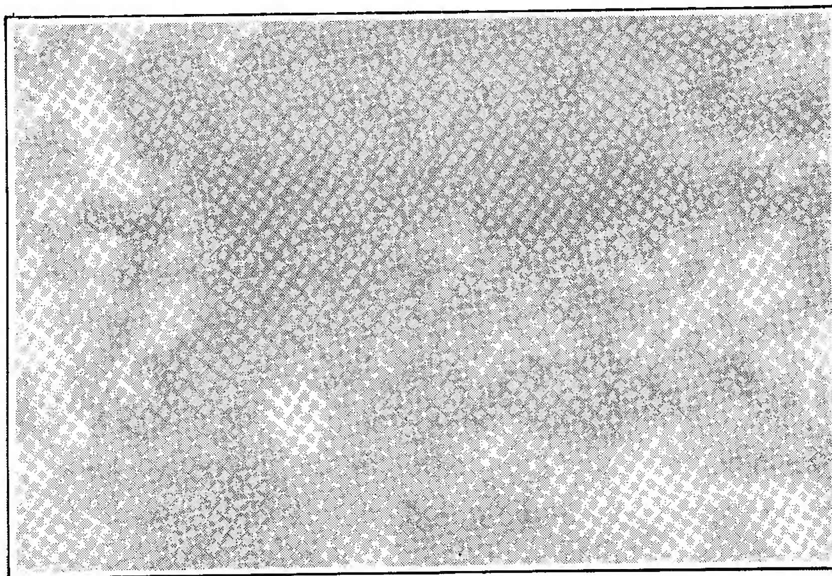
من جهة أخرى، فإننا نستطيع التنبؤ بالعواصف الرعدية الناجمة عن الجبهات الجوية الباردة والسريعة الحركة قبل حدوثها بساعة أو ساعة ونصف الساعة، وذلك بالاستناد إلى الجبهات الجوية السابقة بسحبها المرتفعة والعدسيّة الشكل.

فمن السهل جداً التنبؤ بتنامي العواصف الرعدية في النهار داخل الكتل غير المتعلقة بالجبهات الجوية. والدليل العام على إمكانية حدوث



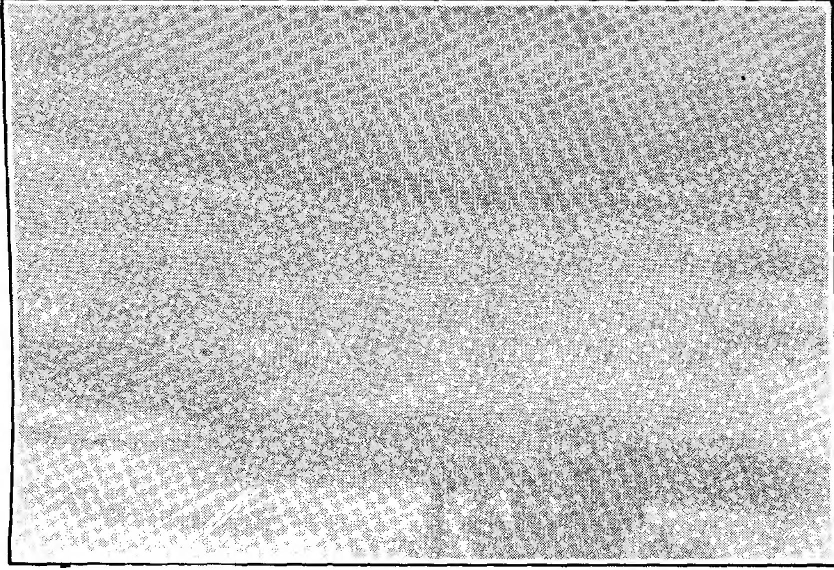
السحب السمحاقية تنبىء بترد في حالة الطقس فوق اليابسة والبحار

العواصف الرعدية في فترة ما بعد الظهر، هو التنامي السريع للسحب الركامية في ساعات الصباح عندما تتكدس السحب الركامية الكثيفة،



السحب الركامية المرتفعة ـ تنبىء بالعواصف الرعدية

وعندما تشكل هذه السحب أبراجاً مرتفعةً في السماء. وعند الظهيرة، تسبح هذه الغيوم وتنتشر لتصبح أكثر اتساعاً. ومن ثم تشكل سحباً ركامية ممطرةً كي تُحدث الرعد والأمطار الغزيرة في نهاية النهار أو في الساعات الأولى من المساء.



سحب ركامية مرتفعة برجية الشكل ـ تنبىء بالعواصف الرعدية

أما الدليل المحلي الجيّد لحدوث العواصف الرعدية داخل الكتل الدافئة، فهو ظهور الغيوم على شكل أبراج بالسماء في ساعات الصباح الأولى، وبعد أربع أو ست ساعات من ظهور هذه الغيوم يتم حدوث العواصف الرعدية.

٧ـ٣. بِمَ يُنبىء ظهور أقواس قزح في السماء؟

بدون أي جدال، فإن ظهور أقواس القزح في السماء هو برهان على اقتراب هطول الأمطار. فهذا القوس يُضاء بواسطة أشعة الشمس من وراء ظهر المرء المراقب. ولا يملك هذا الدليل، للأسف، أية أهمية لمصالح الأرصاد الجوية إذا لم نعتبر أن قوس قزح ينبىء بسقوط الأمطار

لفترة زمنية قصيرة من عدة سحب تفصل بينها مسافات بعيدة.

٧ـ ٤. على أي حالة في الطقس تدلّ الشموس والأقمار الكاذبة؟

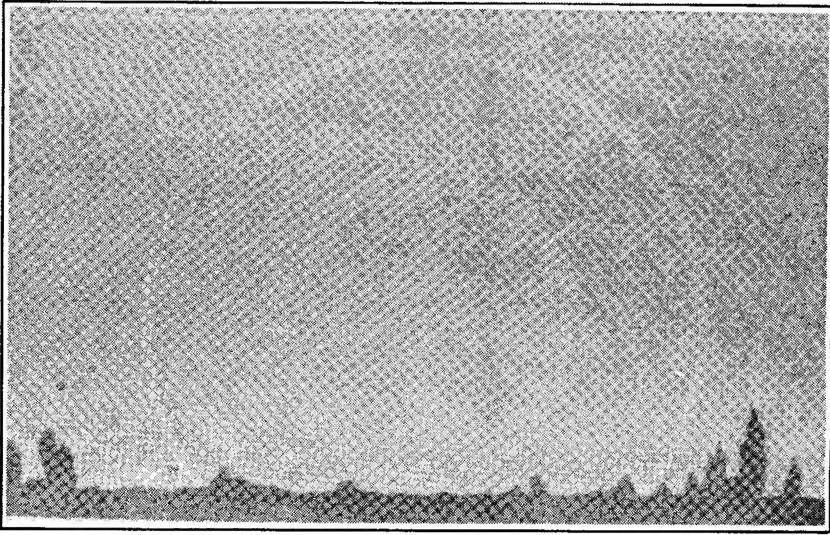
إن الشموس والأقمار الكاذبة هي ظواهر بصرية Optique يرتبط وجودها بالكميات الهائلة من البلورات الجليدية في الهواء، التي تعكس أشعة الشمس وتكوّن في الجو أثراً مماثلاً لسطح الماء العاكس أو الجليد الأملس. فالمراقب من على سطح الأرض يرى، في أكثر الأحيان، دوائر مميّزة بيضاء اللون مارةً عبر الشمس كي تنتشر وتتحدد بموازاة الأفق على يمين الشمس ويسارها. وتظهر بقع واضحة تذكرنا بالأسطوانات الشمسية وتسمّى شموساً كاذبة أو ثانوية. وثمة ظاهرة مماثلة يلاحظها المراقب حول القمر في ليلة باردة خالية من الغيوم، وتسمى هذه الظاهرة بالأقمار الكاذبة.

ولنشوء هذه الظواهر، تلزم حالة هادئة في الأتموسفير وبرودة شديدة في طبقة الهواء المتاخمة للأرض، والتي تتم من خلالها عملية تصعيد Suflimation بخار الماء ـ تكوّن البلورات الجليدية في الهواء المصقّع. وهذه الظروف تنضج عادةً في طقس بارد وثابت تسوده مرتفعات جوية، أما بوادر هذا الطقس فهي ظهور الشموس والأقمار الكاذبة.

٧ـ ٥. على أي حالة من الطقس تدل الأعمدة والصُّلبان الشمسية؟

تتميز هذه الظواهر البصرية بذلك الطابع الذي تتميّز به الشموس الكاذبة، لكنها تظهر بأشكال مختلفة من البلورات الجليدية. وفضلاً عن ذلك، فإن هذه الظواهر تلاحظ عند وضع الشمس المنخفض فوق الأفق.

إن ظاهرة الأعمدة الشمسية كثيراً ما تظهر عند اشتداد موجة الصقيع، ويمكن أن نلاحظها في أسفل الأسطوانة الشمسية وأعلاها. لكن الصُّلبان الشمسية تحدث بشكل نادر وعند اقتران الأعمدة بالدائرة الأقرب إلى الشمس Périhélie في نقطة تقاطعهما. وتدل الأعمدة



الصليب الشمسي

والصّلبان الشمسية عل حالة ثابتة في الطقس، وتسودها مرتفعات جوية وصقيع قارس.

وفي السابق، اعتبر سكان المناطق الشمالية هذه الظواهر دليلاً على حلول المجاعة وتفشّي مرض الطاعون.

من جهة أخرى، يمكننا إلى جانب الأعمدة والصّلبان الشمسية، أن نلاحظ أيضاً الأعمدة والصّلبان القمرية في الليالي المضيئة.

٧ـ٦. أصحيح أن الهالات حول الشمس والقمر هي دليل على التردي في حالة الطقس؟

حقاً، إنها لدليل ساطع على التردي في حالة الطقس ولها التفسير العلمي الذي يثبت صحتها. فهذه الهالات أو الأكاليل التي تدور حول الكواكب تكوّن سحباً تكاد تكسو السماء لكثرتها وكثافتها، وتظهر هذه الظاهرة عادةً عندما يبدأ تأثير الجبهة الجوية الدافئة. وهذه الأكاليل تنشأ على ارتفاع يراوح بين ٢ و٥ كيلومترات وفي سماء غائمة تتميّز سحبها بتركيبة القطيرات المائية الدقيقة. وبعد نشوء هذه الظواهر يتبعها عادةً

حالة تكثيف في الغيوم وانخفاض في الارتفاع وتساقط للأمطار فيما بعد. وتختلف مدة استمرار هذه العملية تبعاً للمناطق الجغرافية ولفصول السنة، وتراوح عادةً بين ٢٢ و٣٦ ساعة.

٧ـ٧. ما هي الأيام «الافتتاحية»؟

إن الأيام «الافتتاحية» هي، كما يزعم البعض، تلك الأيام التي تحدّد حالة الطقس في الفصل المقبل أو حتى على مدار السنة كلها، أي أنها تشكل افتتاحية لحالة الطقس أو تمهيداً لهذه الحالة في الأشهر أو الفصول القادمة. وقد ارتبطت هذه الأيام دائماً بأعياد القديسين لدى معظم الشعوب. وبلغ عددها ستين يوماً، أي أنها ارتبطت بستين عيداً للقديسين. وقد أنذر بعضها بهطول الأمطار حتى فترة طويلة من التردي في حالة الطقس تتجاوز الأربعين يوماً. والجدير بالذكر، أن أحد البّحارة البريطانيين أراد أن يتعمق كثيراً في صحة هذه المعتقدات الشعبية حول الطقس ومفهومها، فتوصّل إلى النتيجة التالية: إذا صدّقنا وطبّقنا بهذه الأيام «الافتتاحية»، فلا بد من هطول الأمطار طوال أيام السنة في بريطانيا.

٧ـ٨. هل يمكننا اعتبار البدر دليلاً على تحسّن حالة الطقس؟

يطل البدر بدقة منتظمة في نهاية الربع الثاني من كل شهر قمري. ومن المعروف جيداً أن التناوب في تحسّن حالة الطقس وتردّيها يجري بصرف النظر عن التتابع في ظهور القمر، ولذلك فإننا لا نستطيع أن نعتبر ظهور البدر دليلاً على تحسّن حالة الطقس. إلاّ إننا نلاحظ ظهور البدر في حال انقشاع الغيوم من السماء، وهذا لا يعني إننا نلاحظه عندما يطرأ تحسّن في حالة الطقس.

إذن، فالبدر ليس دليلاً على تحسّن حالة الطقس، وإنما إشارةٌ إلى حالة الطقس الثابتة في فترة زمنية معيّنة.

فضلاً عن ذلك، فإن العمليات الجوية تتميّز بشيء ما من قوة الاستمرار، أي أن التغييرات في حالة الطقس لا تتم بشكل مفاجىء في

أكثر الأحيان. وباستطاعتنا أن نعتبر ظهور البدر دليلاً على صفاء السماء في الأوقات القريبة، وليس من الضروري أن تبقى السماء صافيةً لمدة أيام، لأنه من الممكن أن تتلبد السماء ثانيةً بالغيوم بعد ساعات قليلة.

٧ـ ٩. هل يمكننا من خلال نور القمر أن نحكم على حالة الطقس في فترات زمنية مقبلة؟

لقد ترسخت منذ القدم دلائل محلية ومعتقدات شعبية للتنبؤ بحالة الطقس بواسطة القمر. فقد كتب الفلكي اليوناني آرات في القرن الثالث قبل الميلاد يقول: «يمكنك الاعتماد على السماء الصافية، إذا كان الهلال في أيامه الثلاثة ينير بشكل واضح وصافٍ، وستهب الرياح إذا كان الهلال محاطاً بالأنوار الحمراء. وإذا كان طرفا الهلال مسنّنين، وأخذ الهلال يبعث أنواره الخفيفة على الأرض، فإن هذا دليل على تساقط الأمطار الغزيرة».

وحسب الاعتقادات الراهنة، فإن المعتقدات الشعبية حول حالة الطقس تتميّز بأحكام قطعية وعادلة، لأنها تعكس العلاقة بين ظواهر الطقس، وشفافية الهواء، أي أنها تعكس العلاقة بحالة الغلاف الجوي.

إن وضع الهلال في سماء الليل يؤكد لنا صفاء الهواء وعدم وجود المواد الكيميائية المكشفة والمصعِّدة لبخار الماء في هذا الهواء. وليس هنا لعمر القمر، في أية طور كنا نراقبه، أي أهمية على نتائج الرصد.

من جهة أخرى، فإن عدم صفاء «الأسطوانة القمرية» وعدم تسخّن أطراف الهلال يعتبران دليلاً على نشوء قطيرات الرطوبة والبلورات الجليدية في الهواء وبداية تكوّن الغيوم الممطرة. أما الأنوار الحمراء التي تحيط بالقمر، فإنها دليل على ازدياد نسبة بخار الماء في الهواء، أي أنها دليل على بداية التردي العام في حالة الطقس.

٧ـ ١٠. هل تشكل التغيّرات في لون السماء دليلاً على حالة الطقس؟

ترتبط تغيّرات لون السماء بوجود الذرات المختلفة في الهواء،

والتي تزيد مقاساتها عن مقاسات جزيئات الغازات في الأتموسفير. فكلما ازداد عدد الشوائب في الجو، كلما اتسع انتشار الضوء في أجزاء الطيف الطويلة الموجات، وكلما بدا لون السماء الأزرق خفيفاً. إذن، فالهواء النقي جداً والخالي من الشوائب يعطي السماء لوناً أزرق صافياً، يتميّز به الانتشار الجزئي moléculaire لضوء النهار. أما الهواء الذي يحتوي على نسبة كبيرة من الغبار، فإنه يعطي السماء لوناً أبيض، بينما الرطوبة العالية واحتواء بخار الماء على المواد المكثفة الكثيرة، يضفيان على السماء لوناً أحمر.

من جهة ثانية، ترتبط قوة انتشار الأشعة الضوئية بسماكة طبقة الأتموسفير، التي تمر الأشعة الشمسية من خلالها. لذلك، فإن لون السماء يتعلق بانحناء زاوية تحديقنا إلى السماء عن سطح الأفق: يبدو لنا أن لون السماء عند السّمت Zenith أكثر ازرقاقاً منه عند الأفق.

وبما أن الكتل الهوائية ذات المصادر الجغرافية المتنوعة تتميّز ليس بالاحتياطات الحرارية المتنوعة فحسب، بل بمستوى احتوائها المختلف للغبار والرطوبة، فإن الكتل الهوائية تلوّن بلون معيّن فوق كل منطقة محدّدة، وأن تغيّر لون السماء هو دليل على التغيّرات داخل هذه الكتل الهوائية (دليل على تحولاتها تحت تأثير التفاعل مع السطح الأسفل) أو دليل على وجود كتل هوائية أخرى.

من جهة أخرى، تعتمد الطرق الكلاسيكية، في علم الأرصاد الجوية، على الكتل الهوائية كدليل على حالة الطقس المرتقبة، وبالتالي فإن أي تغيّر يطرأ على ألوان السماء يعني بدوره تحولات داخل الكتل الهوائية. إذن، فباستطاعتنا ان نعتبر تغيّر ألوان السماء دليلاً على حالة الطقس المرتقبة. فعلى سبيل المثال، أن من ميزات الهواء البحري في منطقة الأركتيكا أنه يضفي اللون الأزرق الصافي على السماء، وعند اتجاهه في فصل الصيف، نحو المناطق القارية، يحمل معه هذا الهواء طقساً بارداً ومتقلباً. وعند هبوب الكتل الهوائية الدافئة ذات الميزة الاستوائية القارية، التي تأتي من الجنوب وتتجه نحو المناطق الواقعة داخل خطوط العرض المعتدلة، والتي تتميز، بالإضافة إلى درجة

حرارتها المرتفعة ورطوبتها العالية، باحتوائها على نسبة كبيرة من الغبار، فإنها تضفي على السماء لوناً أبيض رمادياً في السمت Zenith ولوناً أصفر مائلاً إلى الأحمرار عند الأفق.

٧ـ ١١. هل يمكننا اعتبار تألق النجوم دليلاً على حالة طقس معيّنة؟

بلا شك، فتألّق النجوم دليل على صفاء السماء وانقشاع الغيوم لأيام عديدة. أما أهمية هذه الظاهرة فليست محدّدة في الأرصاد الجوية بصورة تامة: يمكننا بكل ثقة التنبؤ بحالة طقس جيدة عند تألق النجوم في السماء، إذ أن احتجابها يدل على تغيّرات طارئة تنذر بتردٍ في حالة الطقس. فالنجوم تحتجب مع بداية تكوّن طبقات رقيقة ومرتفعة للغاية من الغيوم التي لا يستطيع المراقب ملاحظتها من على سطح الأرض.

من جهة ثانية، فالبعض يعتقد أن تألّق النجوم الوهّاج ينذر باشتداد حركة الرياح في المرتفعات العالية، ويمكننا بالتالي اعتباره بداية تردٍ في حالة الطقس، والجدير بالذكر، أن تألق النجوم يعود إلى عدم استقرار الهواء في الأتموسفير، الذي تتكون فيه خلايا متحركة دقيقة ومختلفة الكثافة. فهذه الخلايا ـ العدسات الهوائية الفريدة من نوعها تعكس الأشعة الضوئية وتميلها وتنثرها وتخففها وتقوّيها بما فيها تلك الأشعة التي تطلقها النجوم. ويلاحظ المراقب من على سطح الأرض أن النجوم تشّع بشكل متفاوت، وأن ضوء النجوم غير ثابت الشدّة. فكلما كانت طبقة الأتموسفير أكثر سماكة، كلما اشتد إشعاع النجوم. لذلك، فإننا نلاحظ تألّق النجوم الوهّاج عند الأفق أكثر منه عند السّمت Zenith.

أما عدم التجانس في الطبقات الهوائية المختلفة، فإنه يتكوّن في حال تواجد الكتل الهوائية فوق منطقة معيّنة لفترة زمنية طويلة، حيث يتمتع كل جزء من هذه الكتل على حدة بقدرات مختلفة والخشونة، كما يتمتع بنسب مختلفة من الرطوبة وخصائص أخرى تؤثر على توزيع الحرارة في الأتموسفير.

٧ـ ١٢. هل ثمة علاقة بين الطقس وظهور المذنبات والنيازك؟

كلا، ليس ثمة أية علاقة بين هذه الظواهر الطبيعية وبين حالة

الطقس. فعند مراقبة هذه الظواهر يمكن أن تكون ظروف الطقس ملائمة أو غير ملائمة، لكنها ليست مرتبطة بظهور المذنبات أو بسقوط الأجسام السماوية المختلفة نحو الغلاف الجوي للأرض، سواءً كان ذلك شهباً أم نيزكاً صغيراً يحرق حبات الغبار الكوني في طبقات الأتموسفير العليا، أو نيازك هائلة الحجم تستطيع بلوغ سطح الأرض.

إذن، فظهور المذنبات وسقوط النيازك على سطح الأرض ليسا مؤشرين على أية حالة في الطقس، إذا لم نأخذ بالاعتبار مراقبة هذه الظواهر الفلكية فإنها تصبح ممكنةً فقط في طقس خالٍ من الغيوم.

٧ـ١٣. على أية تغييرات في حالة الطقس يدل تحوّل اتجاه الرياح؟

ينبغي التمييز بين تغيّر اتجاه الرياح الخفيفة وغير المستقرة وبين اتجاه الرياح المعتدلة أو الشديدة، التي تراوح سرعتها بين خمسة وثمانية أمتار في الثانية. فالتغيّر في اتجاه الرياح الخفيفة لا يحدث أية تغييرات في حالة الطقس، خصوصاً إذا لم تتجاوز سرعة هذه الرياح خمسة أمتار في الثانية. ويتم ذلك في الأجزاء الوسطية من منطقة الضغط الجوي المرتفع أو في المنطقة الواقعة بين منخفضين ومرتفعين جويين.

من جهة ثانية، فإذا بدأت الرياح الشديدة أو المعتدلة ذات الاتجاه الثابت بتغيير اتجاهها تدريجاً، يمكن أن يكون ذلك سبباً في تغيّر حالة الطقس. وإذا حوّلت الرياح اتجاهها نحو الشمال بشكل تدريجي، أي بعكس عقرب الساعة، فإن ذلك غالباً ما يكون دليلاً على تردٍ في حالة الطقس. ويلاحظ عند ذلك انخفاض هام في الضغط الجوي (حوالي واحد ملليبار أو أكثر في الساعة). أما التحول الذي يحدث بسرعة عند اشتداد الرياح واتجاهها نحو اليمين، أي باتجاه عقرب الساعة، فغالباً ما يؤدي عند مرور الجبهة الجوية front atmosphérique، أي عندما يحدث تغيير في الكتل الهوائية، إلى تغير مفاجىء في حالة الطقس: يصبح الطقس بارداً أو دافئاً نسبةً إلى طبيعة الجبهة الجوية التي مرّت. عند ذلك، يقلّ هطول الأمطار وتساقط الثلوج ومن ثم ينقطع أو على العكس

من ذلك، فقد يتزايد. ففي هذه الحالات يتوقف الضغط الجوي عن الانخفاض، ويبقى مستقراً لفترة زمنية قصيرة، ومن ثم يرتفع بشكل مفاجىء.

ولا بد من التأكيد على أن مؤشرات التغيير في حالة الطقس، حسب التحوّل في اتجاه الرياح، هي أكثر ضمانةً من مجموعة المؤشرات التي تدل على تغيرات الطقس من خلال التغيرات في الضغط الجوي، وأكثر ضمانةً أيضاً من غيرها التي تدل على تغيّر نسبة الغيوم في السماء. ومن ناحية أخرى، فإننا لا نستطيع اعتبار التحوّل في اتجاه الرياح، أكان ذلك يميناً أم يساراً، في حالة استقرار الضغط الجوي أو ارتفاعه، مع عدم ملاحظة تغيّر في نسبة الغيوم، مؤشراً على تردٍ في حالة الطقس. فهذا التحول يعني مرور موجة خفيفة من الضغط الجوي المرتفع، ويسبب تحسناً ملحوظاً في حالة الطقس لفترة زمنية قصيرة، مثل تبدّد الغيوم وانقشاع السماء.

وللاستفادة الناجحة من هذه المؤشرات في حالة الطقس من خلال تحوّل اتجاه الرياح، فلا بد من التصوّر الجيد لعملية دوران Circulation الهواء وطبيعة الطقس في النظم البارية كافة.

٧ـ ١٤. على أية حالة في الطقس يدل الدخان المتصاعد من مداخن الأفران والمواقد؟

إن تصاعد الدخان من مداخن الأفران يدل على مؤشرين لحالة الطقس: المؤشر الأول يدل على حالة الطقس جيدة وثابتة عندما يتصاعد الدخان بشكل عمودي، والمؤشر الثاني يدل على حالة طقس رديئة عندما يخرج الدخان من المدخنة سابحاً باتجاه الرياح و«ملتصقاً» بسطح الأرض.

إن ارتفاع الدخان العمودي يلاحظ في حال انعدام الرياح، أي في تلك الحالة التي يتميّز بها الجزء الأوسط للمرتفع الجوي Anticyclon، دون تأخير الجبهات الجوية، أي في ظروف جيدة في حالة الطقس، مثل: قلة الغيوم الكثيفة، وإمكانية تساقط الثلوج والأمطار، والاحتمال

الكبير في انقشاع السماء وسطوع الشمس.

أما انبساط الدخان فوق سطح الأرض عند تصاعده من المداخن، فإنه ممكن حدوثه في حال اشتداد الرياح وفي طقس تسوده المنخفضات الجوية Cyclonsوالغيوم والأمطار والثلوج.

إن هذه المؤشرات صحيحة جداً، لكنها ليست هامة في الأرصاد الجوية نظراً لأنها تعكس ظروف الطقس السائدة وتشهد على بقائها في الساعات المقبلة.

٧ـ ١٥. هل يمكننا أن نحكم على حالة الطقس من خلال غروب الشمس؟

نعم، باستطاعتنا أن نفعل ذلك، إذ أن إمكانية رؤية غروب الشمس هي دليل ساطع على التحسن في حالة الطقس. فضلاً عن ذلك، فإن مقاس الأسطوانة الشمسية وشكلها ولون السماء يعطوننا دلائل معينة على حالة الطقس. فاللون الذهبي المنير للشفق المائي في حال صفاء السماء من الغيوم، هو دليل على الحالة الهادئة للأتموسفير والهواء النقي الجاف ومحافظة الطقس على حالته الجيدة. أما اللون الأحمر للشفق فهو دليل على رطوبة الهواء ونسبة ثباته الضئيلة، وبالتالي هو دليل على ازدياد احتمال التحول في حالة الطقس: ظهور الغيوم، اشتداد الرياح، وعدم ضرورة التردي المفاجىء في حالة الطقس.

من جهة أخرى، فبفضل الكرة السماوية التي تبدو مفلطحة عند الأفق، نلاحظ أن الأسطوانة الشمسية تتحدد متخذةً شكلاً بيضاوياً ومصبوغةً باللون الأحمر الزاهي. أما عندما يكون الهواء جافاً وبارداً، فيصبح لون الأسطوانة الشمسية أصفر ويبقى شكلها دائرياً مع ملاحظة تناقص في مقاساتها الأولية. ويعود ذلك إلى الانعكاس المتفاوت لأشعة الأجزاء المختلفة من الطيف الشمسي، التي تتميز بموجات مختلفة الطول. وإذا لاحظنا أن الشمس تغرب من خلال الغيوم، فهناك احتمال كبير لتغيّر حالة الطقس يعود سببه إلى حلول الغيوم وبداية التردي في حالة الطقس.

وثمة اعتقاد شعبي حول هذا التغيّر، يقول إن «غروب الشمس من خلال الغيوم ينذر بهطول الأمطار». ففي الواقع، ثمة شكوك معيّنة حول صحة هذا الاعتقاد.

٧ـ ١٦. ما صحة الاعتقاد الشعبي التالي: «إذا حلّق السنونو على ارتفاع منخفض ـ انتظر هطول الأمطار»؟

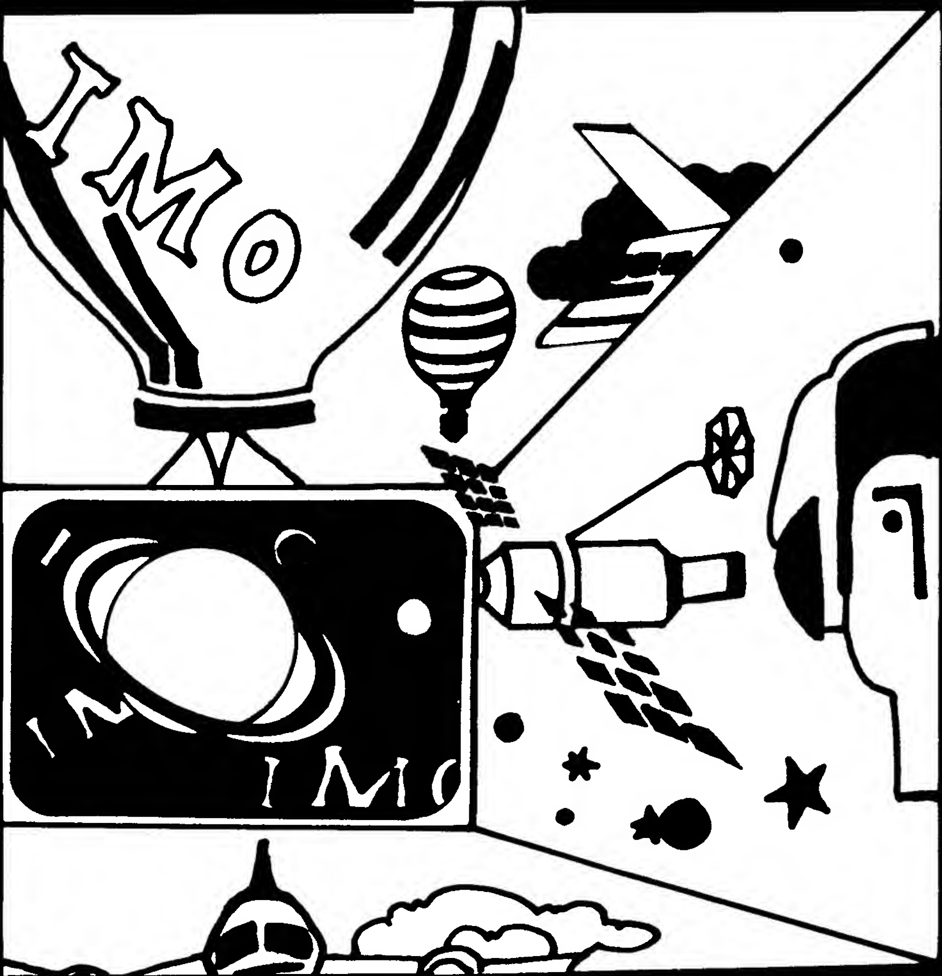
إن التحليق المنخفض للسنونو يعود إلى وجود الحشرات التي تعتبر غذاءً لهذا النوع من الطيور في طبقة الهواء القريبة من سطح الأرض. وثمة رأي مفاده أن البعوض الذي يصطاده السنونو حساس جداً ويتأثر بتغيّرات الضغط الجوي. وفي محاولة لبقاء البعوض في مستوى ثابت للضغط الجوي عند اقتراب المنخفضات الجوية، أي عند انخفاض الضغط الجوي، يهبط إلى طبقات قريبة من سطح الأرض ويتبعه السنونو لاصطياده. وتؤدي المنخفضات الجوية إلى تردٍ في حالة الطقس. لذلك فإن هذه المقولة أو الاعتقاد الشعبي يصح فقط في حال انخفاض الضغط الجوي الذي يؤدي إلى هطول الأمطار. إن ذلك يحدث في أحيان كثيرة، ولكن ليس بصورة دائمة.

٧ـ ١٧. أصحيح اعتبار تبلّل الملح في علبة الملح دليلاً على هطول الأمطار؟

يتبلل الملح في علبة الملح عند ارتفاع رطوبة الهواء، وصرف النظر عن سبب هذا الارتفاع، سواء أكان ذلك من جراء رطوبة المكان الموجود فيه الملح أم من جراء رطوبة الهواء في حال وجود الضباب أو هطول الأمطار... إلخ. وإذا أصبح الملح مبلّلاً في غرفة مكشوفة على الهواء الخارجي، فمن المعقول جداً انتظار هطول الأمطار.

الفصل الثامن

أسئلة عن مراقبي الطقس ومنظمة الأرصاد الجوية العالمية



الفصل الثامن

أسئلة عن مراقبي الطقس ومنظمة الأرصاد الجوية العالمية

تنتمي مهنة التنبؤ بالأحوال الجوية إلى عداد المهن النادرة وغير الجماعية والرومنطيقية إلى حدّ ما: فالمتيورولوجيون (خبراء الأرصاد الجوية) ـ هم الأشخاص، الذين تقتضي أهمية مشاركتهم في البعثات العلمية المختلفة ضرورة حتمية، ويقضون فصل الشتاء في المحيطات القطبية، ويعملون في المناطق القليلة السكان وعلى الهضاب الجبلية المرتفعة، وعلى المضائق ومتن السفن في المحيطات وفي المطارات، وعلى الطائرات وفي المناطيد وغيرها.

إذن، فخبراء الأرصاد الجوية يتواجدون في كل مكان يصعب على أي صاحب مهنة أخرى بلوغه في أية ظروف ممكنة. إلاّ أن التواجد الدائم ليس الخاصية الأساسية المميزّة لعمل هؤلاء الخبراء، مع أنه يبدو رومنطيقياً للوهلة الأولى ويحتاج دائماً إلى الدقة المتناهية والمثابرة والدأب في القيام بالواجبات الاعتيادية اليومية.

إن الموضوعية هي المطلب الأساسي في عمل خبراء الأرصاد الجوية من أي كفاءة كانوا:

١ـ الموضوعية عند القيام بالمراقبة التي يتم الجزء الأكبر منها بواسطة عمليات الاستكشاف البصرية، والتي يقوم شخص واحد بتسجيل نتائجها، ولا يمكن أن تكون صحيحة منقحة إذا تم ارتكاب أي خطأ في عملية الرصد.

٢ـ الموضوعية في معالجة نتائج الرصد ودقة تسجيلها بأرقام الرمز العالمي، وبذلك تكون مفهومةً وواضحة للبشرية جمعاء.

٣ـ الموضوعية في تحليل مجمل معطيات الرصد الجوي واختصارها عند التقييم إلى حدّ أدنى من الذاتية، وفي ذلك ضمانة لنجاح التأمينات المتيورولوجية كافة، لمتطلبي المعلومات عن الأحوال الجوية، بما في ذلك ضمانةٌ لنجاح النشرات الجوية الإذاعية التي يجري تحضيرها على أساس هذا التحليل الموضوعي.

أما المطلب الثاني لعمل خبراء الأرصاد الجوية، فهو العناية الدائمة بموضع المراقبة والبحث والتحليل واستحالة الانشغال عنه بعمل آخر حتى ولو لفترة زمنية وجيزة. فالمتنبىء بالأحوال الجوية هو حارس الطقس على الأرض ولا ينبغي أن يترك مركز عمله ولو لدقيقة واحدة وعليه أن يتابع تغيرات الطقس مهما كانت وأن يدوّنها ويأخذها بالاعتبار.

ومع ذلك كله، فلا توجد أية مهنة أخرى أكثر أهمية من مهنة الأرصاد الجوية. ففكرة مراقبة الطقس وجمع المعلومات وتوزيعها هي بحد ذاتها تضامن عالمي وبدونه لا تحقق هذه المهنة أي نجاح أو مساعدة للبشرية.

وفي الواقع، فإن الظواهر الجوية تتنامى وتتحرك فوق سطح الأرض بصرف النظر عن الحدود الدولية، وإن تبادل المعلومات المتيورولوجية ضروري على نطاق الكرة الأرضية كلها، وهو ممكن فقط في حال وجود اللغة العالمية المشتركة بين جميع خبراء الأرصاد الجوية مثل الرموز المتيورولوجية العددية بين محطات الرصد الجوي العالمية كافة.

أما فيما يتعلق بخبراء الأرصاد الجوية. فإنهم يتوزعون على المراقبين الجويين والعاملين في الرادارات المتيورولوجية والتقنيين والمهندسين والباحثين العلميين. هذا بالإضافة إلى أشخاص من مهن أخرى مثل تقنين اللاسلكي والميكانيكيين والالكترونيين وعمال الحواسيب الالكترونية وغيرهم.

منظمة الخدمة العالمية للطقس

لقد أصبحت ضرورة التضامن العالمي في ميدان الأرصاد الجوية أمراً بديهياً للعلماء منذ أواسط القرن الماضي عندما وُضعت أول خارطة للطقس. فالعمليات الجوية تتنامى فوق سطح الكرة الأرضية، بصرف النظر عن الحدود الدولية، ويمكن لها أن تكون فعّالة وموظّفة لكل الناس فقط ضمن إطار الخدمة العالمية المنظمة للطقس على نطاق الكرة الأرضية بأكملها.

لقد تأسست منظمة الأرصاد الجوية الدولية في بداية السبعينات من القرن الماضي (١٨٧٢ـ ١٨٧٣)، وأصبح اسمها بعد الحرب العالمية الثانية (١٩٤٧) المنظمة المتيورولوجية العالمية IMO، وهي إحدى مؤسسات هيئة الأمم المتحدة.

إن المهمة الأساسية للمنظمة المتيورولوجية العالمية هي التضامن العالمي في سبيل تطوير شبكة محطات الرصد الجوي والشبكات الهيدرولوجية Hydrologie (علم المائيات) وإجراء الأرصاد الجوية وتحقيق التبادل السريع في المعلومات المتيورولوجية وتنميط Standartisation أجهزة الرصد الجوي وطرق معالجة وتحليل نتائج المراقبة وأشكال التأمين المتيورولوجي لميادين الاقتصاد الوطني كافة، وكذلك تشجيع الأبحاث العلمية والدراسات في مجال علم الرصد الجوي Météorologie.

٨ـ ١. ماذا يعمل خبراء الأرصاد الجوية؟

يتغيّر الطقس باستمرار، وتخضع تغييراته لقوانين صعبة ما زال يجهلها العلماء بشكل تام حتى وقتنا الحاضر. ومهما كانت حالة الطقس جيدةً وهادئةً، فإنه يمكننا في أي لحظة انتظار حالات طارئة ومفاجآت. فعلماء المتيورولوجيا واخصائيو الأرصاد الجوية لا يصادفون بتاتاً حالات متطابقة مع حالة الطقس. ومع أن الظواهر المتيورولوجية متنوعةٌ ومتعددة، لكن حتى الآن، لا توجد خارطتان للطقس متشابهتان كلياً. وإذا أخذنا أي تحليل لحالة الطقس، فنلاحظ أنه تحليل جديد دائماً لا

مثيل له في السابق، وتنعكس حالته هذه من خلال الخارطة اليومية التي يضعها موظفو الأرصاد الجوية. وباختصار، فإن العمل مع حالات الطقس وظواهر الطبيعة هو عملٌ ممتع لا يُملّ منه. ويتمتع خبراء الأرصاد بعدد كبير من الزملاء في محطات الأرصاد الجوية على الأرض كافة.

٨ـ ٢. ما هي التخصصات الموجودة في المتيورولوجيا؟

إن الكادرات العلمية في مجال الأرصاد الجوية، حسب اختصاصات ثلاثة عامة وأساسية هي: الأرصاد الجوية Météorologie، وعلم المناخ Climatologie والأرصاد الجوية الخاصة بالزراعة. وتشتمل هذه الاختصاصات الأساسية الثلاثة على تخصصات فرعية عدة، مثل: السينوبتيك Synoptique (وضع الجداول والخرائط الجوية)، والتخصص في الأجواء العليا airologie والتخصص في الأرصاد البحرية ومتيورولوجيا الملاحة الجوية والمتيورولوجيا اللاسلكية، وأخيراً، التخصص في صناعة الأجهزة المتيورولوجية والتنبؤ بالطقس (حلّ مسائل التنبؤ بالأحوال الجوية بواسطة الطرق المستخدمة في الحواسيب الالكترونية).

وفيما يتعلق باخصائيي السينوبتيك، فإنهم يعملون على وضع الخرائط والجداول الجوية والنشرات الجوية اليومية. أما الاخصائيون في علم الأجواء العليا airologiẽ فيعملون على دراسة طبقات الأتموسفير العليا، بينما يؤمن الاخصائيون في الأرصاد البحرية معلومات عن الأحوال الجوية فوق البحار لتأمين عمل الملاحة البحرية. ويعمل الاخصائيون في متيورولوجيا الملاحة الجوية على تقديم المعلومات اللازمة لأبراج مراقبة حركة الطيران في الجو.

أما الاخصائيون في المتيورولوجيا اللاسلكية، فيعملون على دراسة المسائل المختلفة في استخدام الوسائل التقنية اللاسلكية المتنوعة لدراسة حالة الغلاف الجوي.

وقد جرى في الآونة الأخيرة، تطوير تخصص آخر هو

المتيورولوجيا الخاصة بالأقمار الاصطناعية، والتي تقوم بتقديم المعلومات الكافية عن حالة الطقس والضرورية لميادين الاقتصاد الوطني كافة.

٨ـ٣. ما هو عمل المراقبين في محطات الأرصاد الجوية؟

في كل محطة من محطات الرصد الجوي يقوم المراقبون ـ الخبراء في الأحوال الجوية بالمراقبة السريعة لحالة الطقس وتحليلها. وأهم الأعمال التي يقوم بها هؤلاء الخبراء لفترة زمنية محدّدة، نذكر منها: تعيين مقدار درجة الحرارة ورطوبة الهواء، ومقدار الضغط الجْوي، وسرعة الرياح واتجاهها، وكمية الأمطار والثلوج المتوقعة، وتحديد وجود الظواهر المتيورولوجية المختلفة، وأشكال الغيوم ونسبتها، وقياس ارتفاع الغيوم بواسطة الأجهزة الخاصة، وقياس مدى الرؤية الأفقية.

أما نتائج الرصد الجوي فيتم تدوينها في سجلات خاصة، كما تتم ترجمتها إلى رموز عددية عالمية بواسطة برقية تُرسل إلى المراكز الخاصة بمحطة الأرصاد.

وفضلاً عن ذلك، ينبغي للمراقب أن يتتبع تغيرات الطقس باستمرار بين فترات المراقبة، وأن يدوّن أوقات نشوء وتقلبات وتوقف الظواهر المتيورولوجية كافة، وإبلاغ المراجع المختصة في مراكز الأرصاد عن أي ظاهرة متيورولوجية خاصة أو خطرة، كما ينبغي للمراقب أن يتابع عمل ودقة الأجهزة والمعدات التابعة لمحطة الأرصاد الجوية.

٨ـ٤. ما هو عمل التقنيين في محطة الأرصاد الجوية؟

إن التقني المتيورولوجي هو اختصاصي ذو مجال واسع يقوم بعدة مهام تبعاً لنموذج محطة الأرصاد الجوية التي يعمل فيها، ومن هذه المهام: المراقبة الجوية، وصيانة الأجهزة والمعدّات، وإعداد التقارير، ووضع الجداول الشهرية، وصياغة نتائج المراقبة، ووضع خرائط الطقس، ورقابة عمل المراقبين الجويين، وتجهيز المعلومات وإرسالها إلى وسائل الإعلام وغير ذلك.

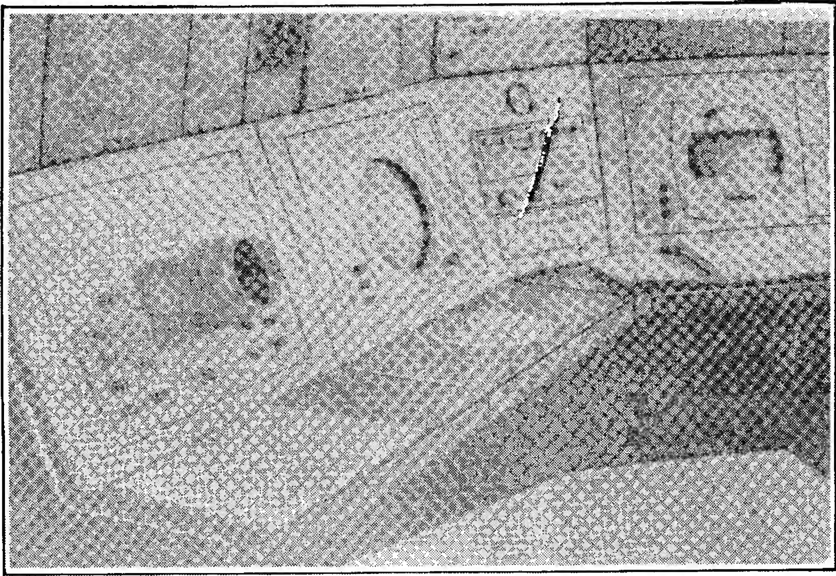
وينبغي على التقني أن يكون مطلعاً على مسائل تنفيذ المراقبة الأرضية كافة، وعلى صياغة نتائجها وتجهيزها للتحليل اللازم من قبل الخبراء.

٨ـ ٥. ما هو عمل التقنيين في محطات الأرصاد الجوية التابعة للملاحة الجوية؟

يعمل التقنيون في هذه المحطات بواسطة أجهزة خاصة على قياس درجات الحرارة، ورطوبة الهواء والضغط الجوي والرياح على ارتفاعات عالية. أما نتائج عمليات الرصد، فيتم تدوينها بمصطلحات عددية (شيفرة) جوية، ومن ثم إرسالها إلى «مكتب الطقس» حيث تستخدم في وضع خرائط الطقس على ارتفاعات عالية، والتي تسمى خرائط الطوبوغرافيا البارّية (البار ـ وحدة قياس الضغط الجوي). وقد عمل هؤلاء التقنيون في السابق على وضع الخرائط بأنفسهم في المراكز التابعة لمصالح الأرصاد الجوية. أما في الوقت الحاضر، فإن هذه الخرائط توضع بواسطة الحواسيب الالكترونية.

٨ـ ٦. ما هو عمل المهندسين في مراكز الأرصاد الجوية؟

يعمل المهندسون الاختصاصيون في الأرصاد الجوية على تحليل الظواهر والأحوال الجوية كافة التي يتلقونها من محطات الأرصاد. ويتخذ عمل هؤلاء المهندسين طابعاً إبداعياً إذ أنهم يقدمون تقريراً نهائياً عن حالة الأتموسفير، بشكل عام، وعن تطور العمليات الفيزيائية فيه بالاستناد إلى جملة معطيات عن حالة العناصر المتيورولوجية المختلفة وظواهر الطقس. ويقدمون كذلك رسماً لقوانين تغيّرات الطقس وتأثيره على مختلف مجالات الاقتصاد الوطني والنشاط البشري. وترتبط دراسة العمليات الجوية ومساحة الأراضي التي نعطي لها تقييماً عن حالة الطقس بطبيعة ونطاق عمل المهندسين في مراكز الأرصاد الجوية. أما وفرة المعلومات وتنوع نتائج الرصد التي تتطلب تحليلاً من قبل المهندسين، فإنها تستلزم ضرورة استخدام الحواسيب الالكترونية والطرق والأساليب المختلفة في علم الإحصاء الرياضي.



مركز عمل مدير الرادار الميثيورولوجي

٨ـ٧. ما هي خصائص عمل خبراء الرصد الجوي؟

يقوم المتيورولوجيون البحريون بمساعدة البحارة على اختيار الاتجاهات الأكثر ملائمةً للملاحة في المحيطات، وتجنّب الاصطدام بالعواصف البحرية الخطرة، والأخذ بالاعتبار حقيقة تأثير الرياح والأمواج على الملاحة البحرية. كما يعمل المتيورولوجيون البحريون على تنبيه البحارة من ظروف الملاحة غير الملائمة بمناطق مختلفة في المحيطات بسبب حالة الطقس العامة. ويتمتع العاملون في محطات الأرصاد الجوية، بإمكانية تحديد تلك الظروف الصعبة في الملاحة أكبر من تلك التي يتمتع بها القبطان نفسه: يملك هؤلاء خرائط من الطقس ومعطيات الأقمار الاصطناعية عن الأحوال الجوية وصور عن سطح البحار وغطاء الغيوم.

ومن الخصائص المميزة لعمل خبراء الرصد الجوي ـ ضرورة الأخذ بالاعتبار والتنبؤ ليس بحالة الغلاف الجوي وحسب، بل بحالة سطح مياه البحار، والمعرفة المسبقة لطبيعة تغيّرات الطقس وحالة الأمواج في البحار، وفي ظروف عدم وفرة المعلومات التي تعطيها «سفن

الطقس» (السفن العاملة كمحطات للأرصاد الجوية) ومحطات الأرصاد الواقعة في الجزر وعلى السواحل، فإن معلومات الأقمار الاصطناعية المتيورولوجية تساعد على الإحاطة بالظواهر والعناصر المتيورولوجية كافة، المؤثرة على الملاحة البحرية.

٨ـ ٨. من هم الاختصاصيون الذين يعملون إلى جانب خبراء الرصد الجوي في خدمة الطقس؟

يعمل في خدمة الطقس خبراء من اختصاصات مختلفة لأن هذا العمل شائك جداً، وهو يتضمن معلومات كبيرة الحجم، ومتنوعة المحتوى من أنحاء الكرة الأرضية كافة، مع أنه ممتع وهام في الوقت نفسه، ويتطلب كفاءة عالية من الموظفين لتحليل المعلومات الواردة.

بالإضافة إلى ذلك، فإن هذا العمل هو بحث علمي يتضمن استخدام التكنولوجيا الجديدة والمعقدة بما فيها الأقمار الاصطناعية والحواسيب الالكترونية والرادارات والأجهزة الكيميائية والتلفزيونية والصوتية ومعدّات اللايزر، بالإضافة إلى الأجهزة الأخرى السهلة والمعقدة مثل الصواريخ والقذائف المدفعية والمختبرات الطائرة وسفن الأبحاث البحرية وغيرها.

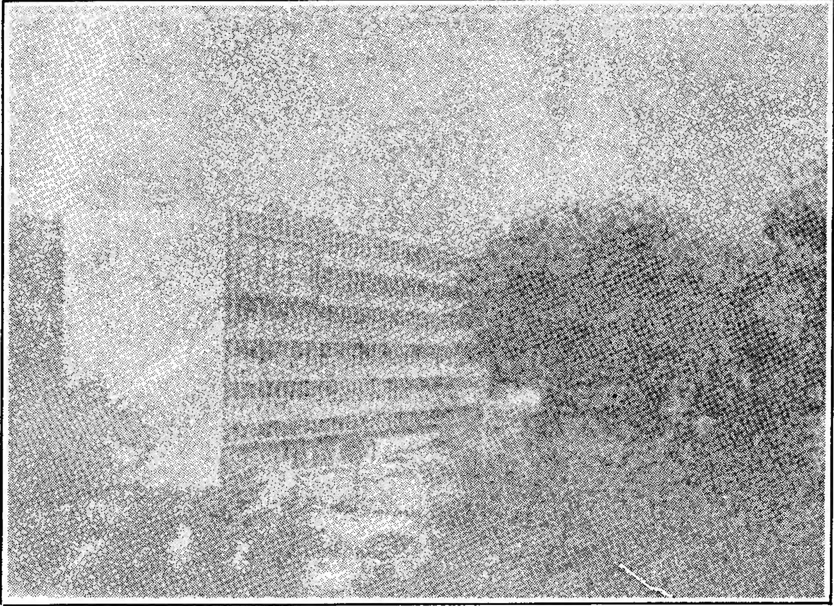
ومن هنا، فإننا نجد الاختلاف الكبير بين مهن الأشخاص الذين يعملون في مراكز خدمة الطقس. فإلى جانب المراقبين والمهندسين والعلماء وخبراء الأرصاد المختلفة، هناك الفيزيائيون والرياضيون والجغرافيون والميكانيكيون والكيميائيون والزراعيون، والأطباء والبيولوجيون والكهربائيون والطيارون والبحارة والعاملون على أجهزة الاتصال اللاسلكي، وخبراء الهيدرولوجيا Hydrologie (علم المائيات) وعلم البصريات Optique والالكترونيات وعلم البحار والديناميكا المائية Hydrodynamique وكثير من الاختصاصات الأخرى.

المنظمات الدولية لخدمة الطقس

٨ـ ٩. ماذا تمثل المنظمة المتيورولوجية العالمية؟

إن المنظمة المتيورولوجية العالمية أو المنظمة العالمية للأرصاد

الجوية، هي منظمة عالمية ضمّت، منذ أول كانون الثاني عام ١٩٨١، ١٤٧ دولة وخمس مناطق أي ١٥٢ عضواً رسمياً، وهي تفوق هيئة الأمم المتحدة من حيث عدد الأعضاء. أما الهيئة العامة التي تقرر سياسة هذه المنظمة وبرنامج عملها، فهي المؤتمر المتيورولوجي العالمي الذي ينعقد مرةً كل أربع سنوات، وينتخب المؤتمر الهيئة التنفيذية المؤلفة من ٢٩ عضواً، يقومون بدورهم بانتخاب رئيس المنظمة وثلاثة نواب له.



مبنى الأمانة العامة للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية في جنيف

وتضم المنظمة العالمية للأرصاد الجوية ست جمعيات مؤلفة من أعضاء المنظمة في الأقاليم الجغرافية المناسبة: افريقيا، وآسيا، وأميركا الجنوبية، وأميركا الشمالية والوسطى، وجنوب غرب المحيط الهادىء، وأوروبا. وتقوم هذه الجمعيات الاقليمية بتنسيق عمل أعضائها في جميع المناطق الجغرافية التابعة لكل اقليم.

وتقوم اللجان التقنية المؤلفة من البعثات العلمية التي يحددها أعضاء المنظمة بإنجاز برنامج عمل هذه المنظمة. ويبلغ عدد هذه اللجان

ثماني وهي: اللجنة المتيورولوجية للملاحة الجوية، ولجنة علوم الجو، ولجنة الهيدرولوجيا، ولجنة علم المناخ، ولجنة الأرصاد البحرية، ولجنة الأنظمة الأساسية، ولجنة الأجهزة وطرق الأرصاد، ولجنة الأرصاد الخاصة بالزراعة. ويتولى عمل كل لجنة رئيس تنتخبه الهيئة التنفيذية للمنظمة.

إن مهمة الأمانة العامة للمنظمة المتيورولوجية العالمية، والتي يقع مبناها الأساسي في جنيف، هي مساعدة الهيئة التنفيذية والجمعيات الاقليمية واللجان التقنية في عملها وإنجاز برنامجها. ويُنتخب الأمين العام لهذه المنظمة من قبل المؤتمر الدوري الذي تجريه المنظمة كل أربع سنوات.

أما ميزانية المنظمة فتتألف من اشتراكات الأعضاء (الدول المشاركة) تناسباً مع الدخل القومي لكل عضو في المنظمة، وتجري النفقات تبعاً لقرارات المؤتمر الدوري والهيئة التنفيذية للمنظمة.

٨ـ ١٠. ما هي مراكز الأرصاد التابعة للمنظمة المتيورولوجية العالمية؟

لقد تم بموجب قرارات منظمة الخدمة العالمية للطقس والتابعة للمنظمة المتيورولوجية العالمية، تحديد ثلاث فئات وظائفية لمراكز الأرصاد هي: وطنية، واقليمية، ودولية.

أما مراكز الأرصاد الاقليمية فتعمل على جمع المعلومات وتوزيعها من مناطق تتجاوز مسافاتها آلاف الكيلومترات وتتسع مهمتها لتشمل عدة دول، بينما تهتم مراكز الأرصاد الدولية في موسكو وواشنطن وملبورن بجمع المعلومات من كل أنحاء العالم، بما في ذلك المعلومات عن الطقس بواسطة الأقمار الاصطناعية.

٨ـ ١١. ما هو النظام الإجمالي للأرصاد في منظمة الخدمة العالمية للطقس؟

لقد تكوّن النظام الإجمالي للأرصاد في بداية الثمانينات من أكثر

من عشرة آلاف محطة أرصاد أرضية وثمانمئة مركز جوي لرصد الأتموسفير. وتستخدم نتائج الأرصاد في هذه المحطات والمراكز لتبادل المعلومات المتيورولوجية بين جميع مناطق الكرة الأرضية. وإلى جانب هذه الشبكة العالمية لمراكز ومحطات الأرصاد، يشتمل النظام الإجمالي للأرصاد على سفن الطقس (أربع سفن في المحيط الأطلسي وواحدة في المحيط الهادىء)، وعلى ما يقارب الألفين من البواخر التجارية التي تحمل على متنها محطات للرصد الجوي. وبالإضافة إلى ذلك، هناك الطائرات المدنية التي تقدم المعلومات الكافية عن أحوال الطقس في الجو.

وفي بحار النصف الجنوبي من الكرة الأرضية بين خطوط العرض ٢٠ درجة و٦٥ درجة، هناك محطات بحرية عائمة يتجاوز عددها الثلاثمئة تقوم بشكل منتظم بإرسال المعلومات عن أحوال الطقس في البحار، بالإضافة إلى خمسين عوّامة تعمل في البحار الاستوائية وشمالي الأطلسي. وقد جرى إطلاق بعض المحطات العائمة مع التيار، وذلك في سبيل إجراء التجارب العلمية المختلفة، وبالإضافة إلى ذلك، جرى استخدام المنطاد ـ المسبار. كما جرى إسقاط بالونات الأرصاد من الطائرات لتحقيق أهداف التجارب المتيورولوجية. إن كل هذه الوسائل تدخل ضمن برنامج النظام الإجمالي للأرصاد في منظمة الخدمة العالمية للطقس.

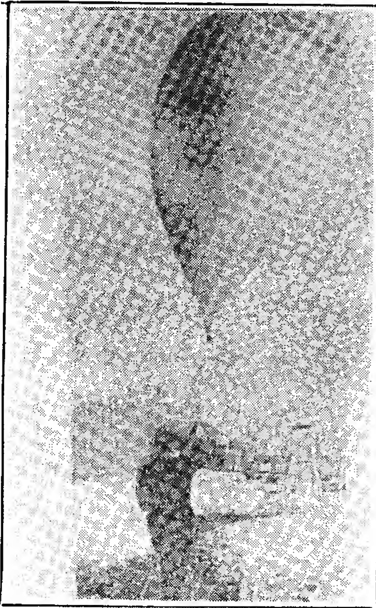
بالإضافة إلى ذلك كله، تقوم أربعة أقمار اصطناعية في المناطق القطبية المدارية وخمسة أقمار اصطناعية في المدارات الجيولوجية الثابتة، بعمليات عديدة من أرصاد أحوال الطقس، والتي تدخل ضمن تبادل المعلومات الدولية عن الأحوال الجوية.

وبالاستناد إلى معطيات الأمانة العامة للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، فقد جرى في عام ١٩٧٩ استقبال معلومات عن الأرصاد الأرضية من ثمانين بالمئة من المحطات الأرضية، ومن خمسة وثمانين بالمئة من شبكة المحطات العالمية للرصد الجوي.

٨ـ١٢. ما هو النظام الإجمالي للاتصالات التلفزيونية؟

إن مشروع المنظمة الدولية لخدمة الطقس يقضي بتشكيل نظام كامل من خطوط الاتصالات السريعة الفعالية، التي تربط بين جميع المراكز العالمية والمراكز الاقليمية للأرصاد، وبين مراكز الاتصالات التلفزيونية الاقليمية نفسها. وقد أطلقت على هذا النظام تسمية النظام الإجمالي للاتصالات التلفزيونية، فخطوط هذا النظام تتصل بالمراكز الوطنية للأرصاد. وبذلك يكون هذا النظام قد أمّن تبادل المعلومات المتيورولوجية عن كامل سطح الكرة الأرضية.

أما نتائج الأرصاد والمعلومات الكافية عن حالة الطقس، فيتم إرسالها عبر النظام الإجمالي للاتصالات السلكية بأرقام مميزة (شيفرة)، أو بصورة طبق الأصل عن خرائط الطقس. وإلى جانب المعلومات التي تتلقاها هذه المراكز سلكياً من المحطات الأرضية، فبإمكان هذه المراكز تلقي المعلومات بالاتصالات اللاسلكية مع الأقمار الاصطناعية.

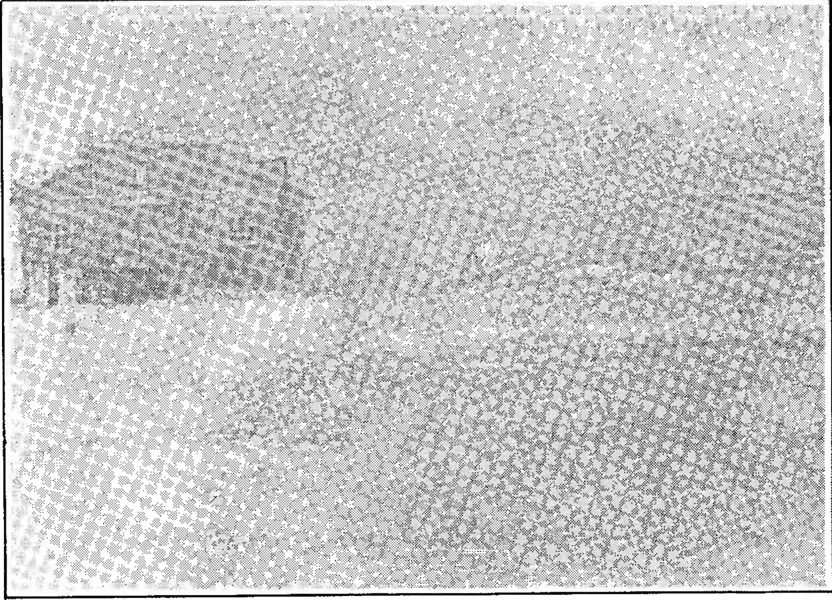


إطلاق المسبار اللاسلكي

٨ـ١٣. بأية طرق يتم قياس الرياح على ارتفاعات عالية؟

تعتبر مراقبة حركة الغيوم من أقدم الطرق في تحديد الرياح على ارتفاعات عالية. وفي النصف الأول من القرن الحالي جرى في محطات الأرصاد الجوية استخدام جهاز بسيط يسمّى نيفو سكوب Nefoscope،

الذي يستطيع الخبراء بواسطته تحديد اتجاه تحرك الغيوم وتقدير سرعة حركتها بشكل تقريبي، بالإضافة إلى تحديد ارتفاعها عن سطح الأرض.



محطة في الأركتيكا لرصد درجات الحرارة وحركة الرياح

ويمكننا، في الوقت الحاضر، قياس الرياح على ارتفاعات عالية في حال عدم وجود الغيوم، وذلك بواسطة الكرة الطائرة من خلال مراقبة ارتفاع وتحليق البلون المعبأ بالغاز الخفيف عبر المزولة Théodolite فسرعة انطلاق الكرة الطائرة تُعتبر ثابتةً، وتُعيّن وضعيتها في الجو، خلال فترات زمنية محددة، بمقادير زواياها العمودية والأفقية، التي تُحدد عبر المزولة. وتتميز هذه الطريقة بسهولتها وقلة تكاليفها وتستخدم، في الوقت الحاضر، على نطاق ضيق جداً، مع أن قياس الرياح وتحديدها على ارتفاعات عالية يُحدّد، الان، بواسطة أجهزة حديثة منها المسبار اللاسلكي Radio Zonde.

وفي الوقت الحاضر، تجري عملية الرصد الجوي للرياح إلى

جانب الرصد الجوي لدرجات الحرارة والرطوبة والضغط الجوي بواسطة تحليق جهاز واحد من أجهزة الرصد الجوي. أما سرعة الرياح واتجاهها على ارتفاعات مختلفة، فإنها تُقاس بواسطة أجهزة الرادارات الأرضية، التي تتعقب حركة المسبار اللاسلكي المحلّق.

أما وضعية المسبار اللاسلكي Radio Zonde في الجو، فيتم تعيينها خلال فترات زمنية معينة، بالإضافة إلى تحديد سرعة الرياح التي تسحب معها هذا الجهاز، بطريقة أوتوماتيكية، إذ أن الرادار في محطة الاستقبال يحوي في داخله جهازاً حسابياً للإشارات الجوية المتلقاة من المسبار اللاسلكي.

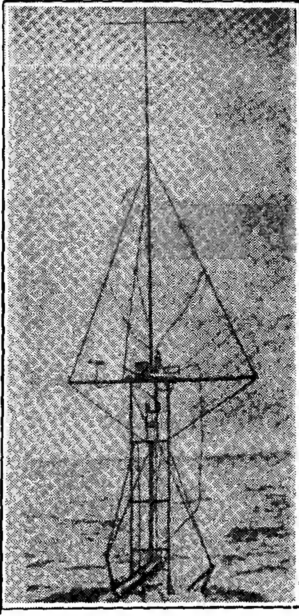
ومن أجل رصد حركة الرياح وسرعتها في الجو، يتم استخدام أقمار الأرض الاصطناعية الخاصة بالرصد الجوي. ففي فرنسا، يجري، في الوقت الحاضر، إعداد الأجهزة الخاصة لجمع المعلومات وإرسالها من المسبار اللاسلكي والمناطيد، ولتحديد سرعة الرياح واتجاهها بواسطة هذه الأجهزة، التي يُفترض أن توضع داخل الأقمار الاصطناعية المتيورولوجية المحلّقة على ارتفاع آلاف الكيلومترات عن سطح الأرض.

٨ـ١٤. ما هو دور المتيورولوجية العائمة، التي تعمل أوتوماتيكياً؟

يجري تثبيت هذه المحطات المتيورولوجية في المحيطات، حيث يتعسّر تلقي المعلومات المتيورولوجية بوسائل أخرى. فهذه المحطات هي بمثابة أرصفة عائمة تُثبت عليها أجهزة خاصة لقياس الضغط الجوي ودرجات الحرارة والرطوبة والرياح وكمية الأمطار والثلوج المتساقطة وتحديد نسبة الغيوم وصفاء السماء.

أما نتائج القياسات الجوية في هذه المحطات، فيتم تحويلها، كما في المسبار اللاسلكي، إلى نظام من الرموز اللاسلكية التي يتلقاها مركز جمع المعلومات المتيورولوجية في فترات معينة. كما وتقوم هذه المحطة العائمة بأعمال رصد استثنائية توافقاً مع الرموز والإشارات التي

تتلقاها من مركز المعلومات. أما المحطة، فتجري تغذيتها بواسطة بطارية كهربائية كبيرة تعمل لوقت طويل، ويجري تركيزهـا على سطح الماء بواسطة المراسي الخاصة التي تُرمى إلى قاع البحر.



محطة ميتيورولوجية أوتوماتيكية عائمة

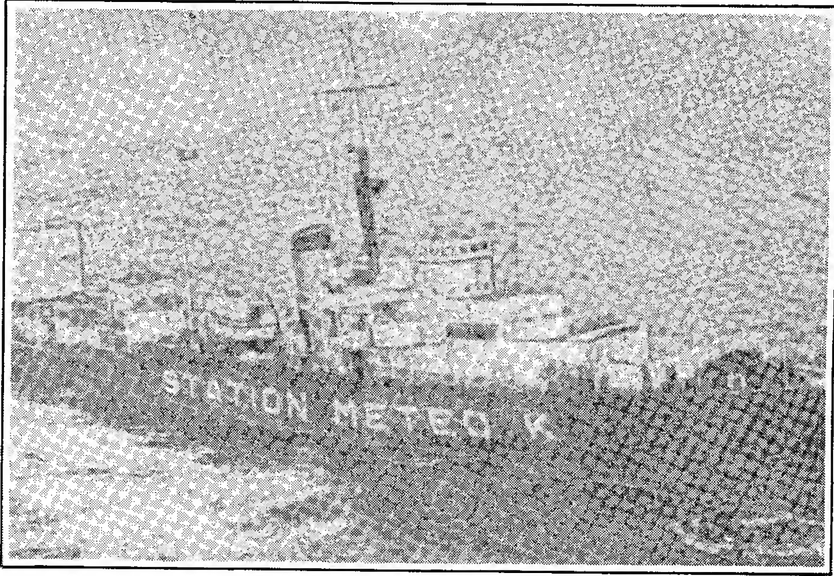
إن هذه المحطات العائمة تشبه في تصميمها تلك المحطات التي تُثبت في مناطق صعبة البلوغ وقليلة السكان كالصحارى والجبال النائية والمناطق القطبية الجليدية.

٨ـ ١٥. ما الحاجة إلى «سفن الطقس»، إذا تواجد عدد كبير من البواخر التجارية والمحطات العائمة في البحار؟

تقوم البواخر التجارية بالإبحار طبقاً لخطوط سير معينة تربط بين مختلف مرافىء قارات الكرة الأرضية. وإذا نظرنا إلى خارطة الطرق البحرية الدولية، فإننا نرى في كل من المحيطات أحواضاً مائية هائلة المساحة لا تعبرها البواخر التجارية أو أنها تعبرها بشكل نادر جداً وغير منتظم. مع أنه ينبغي الحصول على معلومات دائمة عن أحوال الطقس، كما ينبغي أن تجري عمليات الرصد في كل مكان وفي ساعات محدّدة تسمى بمواعيد الأرصاد.

أما المحطات المتيورولوجية العائمة والأوتوماتيكية، فإنها تعطي معلومات غير كافية عن حالة الطقس، ولا يوجد على متنها خبراء يقومون بالاستكشافات البصرية لأهم العناصر والظواهر المتيورولوجية

التي لا نستطيع تعيينها بواسطة أجهزة المحطات العائمة مثل: شكل الغيوم، ومدى الرؤية الأفقية، ونوعية الأمطار والثلوج والبَرَد... إلخ.



سفينة الطقس

إذن، فمحطات الرصد الجوي الأوتوماتيكية العائمة تعطي معلومات فقط عن حالة الطقس عند سطح المحيطات، ولا تنبىء بشيء عن حالة الأتموسفير في طبقات التروبوسفير العليا وطبقة الستراتوسفير السفلى.

أما «سفن الطقس»، فإنها تختص في تعويض النقص بالمعلومات التي تتلقاها المراكز من وسائل الأرصاد البحرية كافة، وتوجد على متنها الأجهزة الضرورية كلها، بما فيها المسبار اللاسلكي والرادارات. لذلك، فقد جرى في مشروع المنظمة العالمية لخدمة الطقس تحديد عدد «سفن الطقس» إذ بلغ خمساً وعشرين سفينة لمحيطات الكرة الأرضية كافة.

إن المعلومات التي تقدمها «سفن الطقس» إلى جانب الأقمار الاصطناعية المتيورولوجية، تؤمن صورةً واضحةً عن أحوال الطقس في المحيطات.

٨ـ١٦. كم من الوقت تستغرق رحلة «سفن الطقس»؟

في كل مركز تم اختياره للمراقبة في المحيط العالمي، تعمل عدة سفن بتناوب دائم. وهي تنتمي إلى دول مختلفة وتعمل ضمن المكان المخصص لها وفقاً للبرنامج المحدّد. أما رحلة كل سفينة فتستغرق، عادةً، حوالي ستة أسابيع، وبإمكانها أن تقضي فترة زمنية أطول على ألاّ تتجاوز الشهرين بموجب الاتفاقات المحدّدة.

٨ـ١٧. ماذا تعني السنة الجغرافية العالمية والنشاطات المماثلة الأخرى؟

السنة الجغرافية العالمية ـ هي مجموعة من الدراسات تجريها منظمة علمية من دول مختلفة حسب البرنامج العالمي المتفق عليه، أما هدف هذا النشاط فهو دراسة الظواهر والعوامل الطبيعية التي تحدث في القشرة الأرضية والبحار والغلاف الجوي للأرض، بالإضافة إلى الفراغ الكوني. وقد تم إنجاز هذا النشاط العالمي في بادىء الأمر في عامي ١٩٥٧ و١٩٥٨ ودام ثمانية عشر شهراً.

وفي سبيل تنفيذ برنامج السنة الجغرافية العالمية، قام علماء من دول مختلفة بتنظيم عدة بعثات علمية مشتركة وبتأسيس عدة مراكز علمية دولية مؤقتة في الجزر غير المأهولة والأنتاركتيكا والأركتيكا وقد شارك في تنفيذ هذا البرنامج للسنة الجغرافية العالمية عشرات الآلاف من العلماء والخبراء من مختلف دول العالم.

أما النشاطات المماثلة للسنة الجغرافية العالمية، فكانت على الشكل التالي: السنة القطبية العالمية (أجريت في أعوام ١٨٨٢ و١٨٨٣ و١٩٣٢ و١٩٣٣)، وبرنامج السنة العالمية للشمس الهادئة (أجري في عامي ١٩٦٤ و١٩٦٥)، والسنة العالمية للدرجة القصوى للشمس (أجريت في عامي ١٩٧٩ و١٩٨٠). وقد تم في السبعينات والثمانينات تجهيز برنامج لسنوات عديدة سمّي ببرنامج أبحاث لمجمل العمليات الجوية، ويشمل العديد من التجارب الاقليمية في المناطق الاستوائية والقطبية والمناطق التي تسودها الرياح الموسمية.

٨ـ١٨. ما هي ميزة برنامج الأبحاث العالمي لمجمل العمليات الجوية؟

إن الهدف الرئيسي لهذا البرنامج هو جمع المعلومات من المناطق الجغرافية، حيث تصل إلى سطح الأرض كميات فائضة من الطاقة الشمسية، ومن مناطق جغرافية أخرى تصلها كميات ضئيلة، نسبياً، من الطاقة الشمسية في عدة فصول من السنة، أو على مدار السنة كلها.

وبذلك، يكون الاهتمام الرئيسي مرتكزاً على مناطق الأرض التي تشكل مسخّناً لمياه المحيطات والهواء وبّراداً للأرض، ومرتكزاً أيضاً على التبادل الحراري بين هذه المناطق.

أما معلومات الرصد الجوي، فيجب أن تكون أساساً لتأسيس النموذج الرياضي لدوران Circulation الأتموسفير، ولحساب عناصر التبادل الحراري على نطاق الكرة الأرضية، ولإعداد طرق التنبؤ بحالة الطقس على المدى البعيد.

إن المعلومات المتيورولوجية التي تم تجميعها خلال أعوام البرنامج العالمي للأبحاث، تمكننا من تدقيق وتصحيح الرسوم التخطيطية لتفاعل البحار مع الأتموسفير وتكوّن الغيوم وتساقط الأمطار ومصادر استهلاك الحرارة. إذن، فهي ضرورية لإعداد الطرق الحسابية اللازمة في التنبؤ بحالة الطقس على المدى البعيد.

٨ـ١٩. ما هو دور الأقمار الاصطناعية في تنفيذ برنامج الأبحاث العالمي لمجمل العمليات الجوية؟

يشتمل برنامج الأبحاث العالمي لمجمل العمليات الجوية على وضع الخطط المناسبة لرصد الغلاف الجوي على مسافات معينة بواسطة ما يسمّى بالأقمار الاصطناعية الجيولوجية الثابتة، التي تدور بسرعة منحنية تساوي سرعة دوران الأرض حول نفسها، ولذلك فهي تبقى ثابتةً فوق نقطة محدّدة من سطح الأرض. وتتأمن بواسطة هذه الأقمار الاصطناعية معلومات متيورولوجية كافية عن حزام الأرض الواسع

والواقع بين خمسة وخمسين خط عرض في كلا نصفي الكرة الأرضية. ومن المفترض أن تقوم بهذه المهمة خمسة أقمار اصطناعية من هذا النوع هي: واحد سوفياتي وآخر ياباني وثالث أوروبي غربي واثنان أميركيان.

ففي الولايات المتحدة الأميركية، تم يوم السابع عشر من أيار ١٩٧٤ إطلاق أول قمر اصطناعي جيولوجي ثابت حلّق في مدار يرتفع ٣٥٨٠٠ كلم عن سطح الأرض، وشكلت زاوية انحنائه درجتين، ويتواجد القمر، في الوقت الراهن، فوق نقطة ٤٥ درجة و١٧ دقيقة من خطوط الطول الغربية.

٨ـ ٢٠. ما هو البرنامج العالمي للمناخ؟

لقد حددت اللجنة التنفيذية المتيورولوجية العالمية في تموز ١٩٨٠ محتوى برنامج العمل لدراسة مناخ الأرض، والتي تجريها هذه المنظمة بالتعاون مع المنظمات الدولية الأخرى ضمن إطار البرنامج العالمي للمناخ ويشتمل هذا البرنامج على برامج أربعة يرتبط بعضها بالآخر، هي: البرنامج العالمي لأبحاث المناخ، والبرنامج العالمي لعلم المناخ التطبيقي، والبرنامج العالمي لدراسة تأثير المناخ، والبرنامج العالمي للمعلومات المناخية.

إن الأعمال كافة، التي تدخل ضمن إطار البرامج الأربعة المذكورة يتم تنسيقها عبر المكتب الخاص بالبرنامج العالمي للمناخ، والممثل داخل الأمانة العامة للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية. أما المسائل العلمية التي تدخل ضمن البرنامج العالمي للمناخ، فتجري مناقشتها في إطار لجنة علمية تجمع بين المنظمة العالمية للأرصاد الجوية وبين المجلس العالمي للاتحادات العلمية، الذي يترأسه البروفسور الأميركي د. سماغورينسكي. فهذه اللجنة العلمية تقوم بتحديد التوجهات الأساسية للأبحاث المطروحة، مثل: دراسة حركة الاتصال العكسي بين الغيوم والإشعاعات، وعمليات التفاعل بين البحار والأتموسفير، وإعداد النماذج المناخية وإجراء العديد من التجارب العلمية.

ويقوم بالمشاركة في تنفيذ البرنامج العالمي للمناخ لجان علمية

عديدة، منها: اللجنة العلمية للأبحاث في البحار، ولجنة الأبحاث الفضائية، والجمعية العالمية للأرصاد الجوية وفيزياء الأتموسفير. ويُعير البرنامج العالمي للمناخ اهتماماً كبيراً لتطوير أسلوب الأبحاث وتوسيع أعمال علم المناخ التطبيقي وتلبية متطلبات الاقتصاد الوطني من المعلومات عن المناخ، وتجهيز مواد الأرشيف عن مناخ الكرة الأرضية بأكملها.

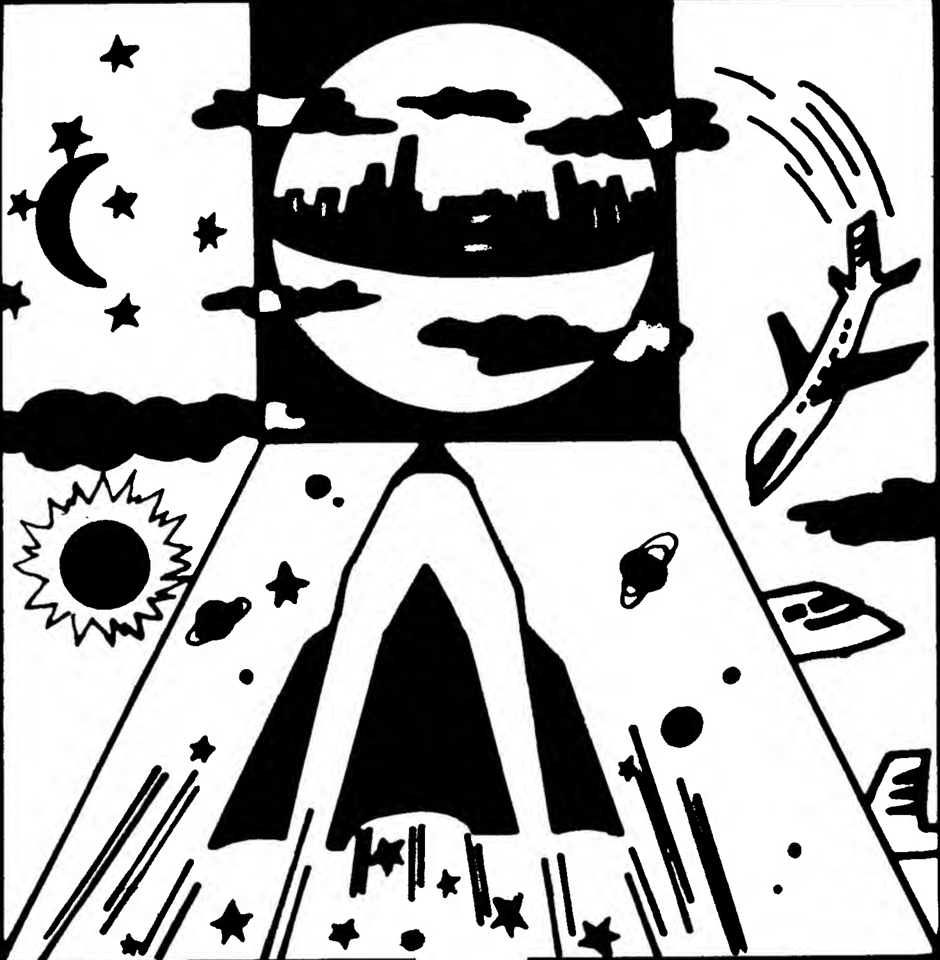
٨ـ ٢١. ما هي علاقة المنظمة المتيورولوجية العالمية بهيئة الأمم المتحدة؟

تقدم المؤتمرات الدورية للمنظمة المتيورولوجية العالمية ولجنتها التنفيذية من خلال قراراتها بتوجيه عمل المنظمة العالمية لخدمة الطقس، وبمساعدة هذه المنظمة على حلّ مسائل ثلاث ضمن هيئة الأمم المتحدة في حماية البيئة واستغلال الموارد المناخية.

وعلى سبيل المثال، فقد جهزّت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية خرائط عالمية لانتشار الإشعاع الشمسي وسرعة الرياح، وقدّمتها لمؤتمر هيئة الأمم المتحدة حول مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة، الذي انعقد عام ١٩٨١.

الفصل التاسع

الصواريخ والاقمار الاصطناعية والطقس على ارتفاعات مختلفة



الفصل التاسع

الصواريخ والأقمار الاصطناعية والطقس على ارتفاعات مختلفة

لقد مكنّ تطور تقنية الصواريخ، التي وضع أسسها العلمية العالم الروسي، قسطنطين تسيوكويسكي K. Tsiockoyskỹعلماءَ الأرصاد في منتصف القرن العشرين من رفع الحد الأقصى للقياسات بالأجهزة في الجو، وغزوه بأجهزة مركزة على الصواريخ، لقياس الطبقات العليا والوسطى للستراتوسفير في البداية ومن ثم الميزوسفير Mezosphère والترموسفير Thermosphère.

وقد استطاعت الصواريخ التي صُممت خصيصاً لأغراض الرصد الجوي أن تسبر الأتموسفير على ارتفاع يصل إلى ٥٠٠ كلم، أما الأقمار الاصطناعية المتيورولوجية المحلقة على مداراتها حول الأرض، فقد تحوّلت مبدئياً إلى وسيلة جديدة لدراسة الأتموسفير، وضاعفت عدة مرات من المعلومات عن أحوال الطقس فوق كوكبنا.

يمكننا القول من غير مبالغة: إن تقنية الصواريخ قد أحدثت ثورة في طرق دراسة الأتموسفير، عندما بدأت البشرية بواسطتها غزو الفضاء. وقد غيّرت هذه الثورة تصوراتنا الكثيرة حول الأتموسفير وخصوصاً عند طبقاته الدنيا، وزوّدتنا بكثير من المعلومات الجديدة والمهمة جداً عن العمليات الجوية. ويعمل العلماء، الآن، على تحليل هذه المعلومات. وسنتناول فيما بعد، بعض موادّ هذا التحليل العلمي، ونبحث أولاً في الوسائل التقنية الأساسية، وإمكانيات سبر الأتموسفير بواسطة الصواريخ والأقمار الاصطناعية.

ما هو صاروخ الرصد الجوي (المتيورولوجي)؟

يتألف صاروخ الرصد الجوي من قسمين: الهيكل ويضم المحرك، والقسم الأمامي ويضم أجهزة القياس وأجهزة الإرسال اللاسلكي.

يجري إطلاق هذه الصواريخ من جهاز خاصٍ مركّز على سطح الأرض أو على متن السفينة، ومن ارتفاع معيّن، وذلك بفصل القسم الأمامي من الصاروخ عن الهيكل، وبعد ذلك تفتح المظلات بسرعة، فيهبط جزء الصاروخ على سطح الأرض. وتقوم أجهزة التحسس المركزة في القسم الأمامي، بقياس درجة حرارة الهواء، والضغط الجوي عند هبوطه على سطح الأرض. ويمكننا أن نحدّد حركة الرياح وسرعتها على ارتفاعات مختلفة بواسطة أجهزة خاصة عند سطح الأرض، وأن نعيّن ذلك من خلال تآكل سطح الصاروخ الهابط.

ترتفع صواريخ الرصد الجوي عادةً إلى علو يقارب الـ ١٢٠ كلم. أما الصواريخ التي تهتم ببرنامج آخر، وهو اتساع القياسات، وتسمى هذه بالصواريخ الجيوفيزيائية، فترتفع على علو يراوح بين ٤٠٠ و٥٠٠ كلم.

وهناك صواريخ متيورولوجية وجيوفيزيائية، أخرى، تقوم بقياس بارامترات الغلاف الجوي، عند تحليق الصاروخ، وبلوغه ارتفاعاً معيَّناً. ولا يكون ذلك من خلال القسم الأمامي للصاروخ بواسطة المظلة. وتستخدم هذه الصواريخ أجهزة تحسّس، إذ تستطيع، بلحظات سريعة، أن تحدّد درجات الحرارة والضغط الجوي، بغضّ النظر عن سرعة التحليق الكبرى.

٩ـ٢ هل يمكن إطلاق الصواريخ المتيورولوجية من الهواء، كما تطلق من على سطح الأرض؟

نعم، يمكن ذلك. ولكن بصعوبة من الناحية التقنية، إذ يتطلب رصيفاً خاصاً، يُرفع بواسطة منطاد كبير، على ارتفاع مطلوب، حيث يجري إطلاق هذا الصاروخ. وبهذه الطريقة تتم الزيادة في وزن الصاروخ

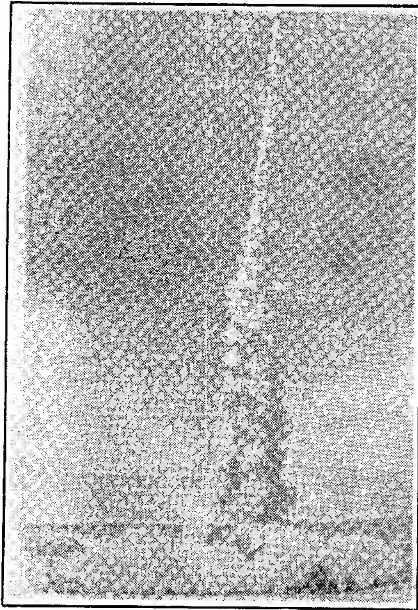
إلى حدٍ كبير. ولا يحتاج إقلاع الصاروخ عبر الطبقات السفلى الكثيفة من الأتموسفير إلى الوقود مطلقاً.

تحمل الصواريخ عند إطلاقها من الأرصفة عدداً أكبر من المعدات العلمية، يتجاوز وزنها ١٢ إلى ١٥٪ من وزن الصاروخ نفسه. أما عند إطلاق الصواريخ من على سطح الأرض، فيلاحظ أن هذا الوزن هو أقلّ بكثير.

٩ـ٣ هل يمكننا بواسطة صواريخ الرصد الجوي دراسة التركيب الكيميائي لطبقات الأتموسفير؟ (Atmosphère).

تمكننا دراسة الأتموسفير بواسطة الصواريخ المتيورولوجية من التدقيق في تركيب الهواء على ارتفاعات عالية، لا نستطيع بلوغها بطرق أخرى.

وبواسطة الأجهزة التالية مثل المطياف Spectromètre وراسم الطيف Spectrographē يمكننا دراسة الأوزون والأوكسجين الذري وعناصر أخرى نادرة الوجود في تركيب الهواء.



إطلاق الصاروخ الميثيورولوجي

٩ـ٤ ما هي فائدة استخدام القنابل في التجارب الصاروخية؟

يعتبر استخدام القنابل في التجارب الصاروخية بالطرق الصوتية

acoustique لدراسة الأتموسفير. وعند انتقال الموجات الصوتية من وسط إلى آخر، يتغير بالتالي طريق انتشارها أي أنه يحدث انكسار للموجات. ويلاحظ هذا الانكسار في أجزاء الهواء المتصفة بالتغير المفاجىء للكثافة، إذ تتغير درجة حرارته على شكل وثبات.

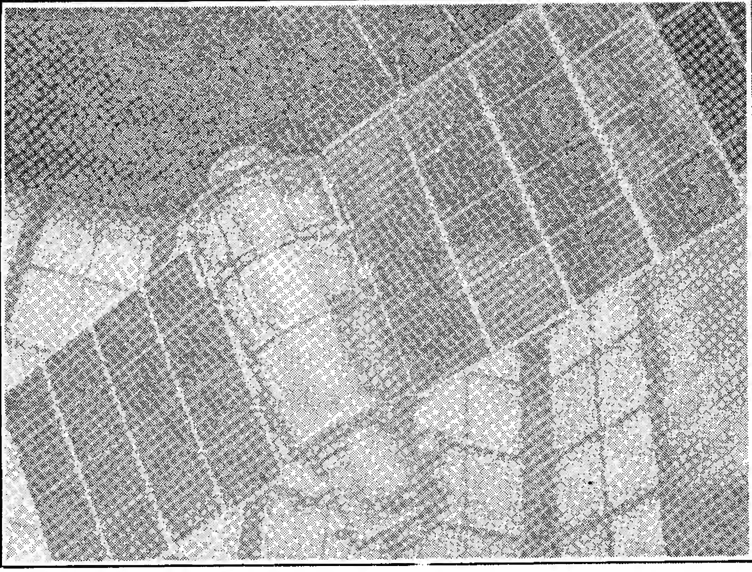
ومن المعروف أن سرعة الصوت ترتبط بدرجة حرارة الهواء. وعند مرور الموجات الصوتية، يمكننا أن نحكم على توزُّع درجات الحرارة في الأتموسفير. ويسبب انفجار القنابل المرتفعة على علو يقارب المئة كلم موجاتٍ تسمى موجات الانفجار. ويتم تسجيل حركتها في المحطة الصوتية عند سطح الأرض.

يتم تسجيل لحظة انفجار الصواريخ من خلال آلات التصوير المركزة على سطح الأرض، وأيضاً، من خلال الخلايا الكهرضوئية الموجودة داخل الصاروخ نفسه. وترسل هذه الخلايا الكهرضوئية، نبأ حدوث الانفجار إلى الأرض عبر ما يسمى بأقنية قياس المسافات البعيدة. أما أجهزة الحاسبات الألكترونية، فتمكننا من تحديد نقطة حدوث الانفجار، وتعطينا المواصفات التامة عن حالة الأتموسفير، بما في ذلك، درجات الحرارة والكثافة والرياح، ووجود التيارات العمودية.

٩ـ ٥. ما هي المتيورولوجيا الخاصة بالأقمار الاصطناعية؟

المتيورولوجيا الخاصة بالأقمار الاصطناعية جزء لا يتجزأ من علم الطقس وعلم الأرصاد الجوية. ويدرس الحالة الفيزيائية للأتموسفير والظواهر المتيورولوجية بواسطة أقمار الأرض الاصطناعية.

هذا العلم، هو فرع جديد، أخذ بالتطور في الربع الثالث من القرن الحالي، وكان تأسيسه ممكناً فقط بعد ظهور أقمار الأرض الاصطناعية، الوسيلة الحديثة والمستقبلية في دراسة الغلاف الجوي والفضاء الكوني. وقد أطلق أول قمر اصطناعي للأرض من قبل العلماء السوفيات في الرابع من تشرين الأول ١٩٥٧.



القمر الإصطناعي الميثيورولوجي السوفياتي (نموذج مصغر)

٩ـ٦ ما هي الأجهزة التي تحويها الأقمار الاصطناعية المتيورولوجية؟

تُجهَّز الأقمار الاصطناعية المتيورولوجية بمعدات للاستكشاف والقياس. وتشكل الأنظمة التلفزيونية وما دون الحمراء في القمر الاصطناعي معدات الاستكشاف التي تنفذ عملية التصوير الكامل للغيوم وسطح الأرض ليس فقط على الجهة المضاءة (النهارية)، بل أيضاً على الجهة المظلمة (الليلية) لسطح الأرض.

وتستخدم معدات القياس لاستقبال المعلومات عن الاتزان الإشعاعي لنظام الأرض ـ الأتموسفير، وتحديد درجة حرارة الهواء حيث يحلق القمر الاصطناعي، أي أنها تقوم بما يسمى بالقياسات الإشعاعية. وتسجل نتائج هذه القياسات بالمقادير المطلقة وبالمقادير النسبية.

فضلاً عن ذلك، تقوم الأقمار الاصطناعية أيضاً بالقياسات الطيفية لدرجات الحرارة والرطوبة. ويتم التصوير التلفزيوني للغيوم في الجزء المرئي من الطيف الشمسي. ويذكر أن الارتفاع العادي لتحليق القمر

الاصطناعي المتيورولوجي هو ما يقارب الـ ٩٠٠ كلم. وتعمل الأجهزة داخل هذا القمر ضمن نظام الإرسال المباشر للمعلومات، كذلك ضمن نظام حفظها في الذاكرة لإرسالها بأمر من مراكز المراقبة الأرضية.

٩ـ ٧. كيف نستخدم الموجات اللاسلكية القصيرة في المتيورولوجيا الخاصة بالأقمار الاصطناعية؟

إن استخدام أجهزة القياس الإشعاعية ذات الموجات القصيرة في الأقمار الاصطناعية من شأنه أن يزيد من إمكانية المتيورولوجيا الخاصة بالأقمار الاصطناعية، ويمكّن بالتالي من دراسة حالة سطح الأرض من خلال الغيوم، لأن هذه الأجهزة لا تعرقل انتشار الموجات الإشعاعية ذات المدى السنتيمتري. فضلاً عن ذلك، تمكّن هذه الأجهزة من دراسة العمليات التي تجري داخل هذه الغيوم بالذات وتعتبر قدرة كل الأجسام في الطبيعة على إشعاع الطاقة أساساً لطريقة الموجات القصيرة في دراسة الأتموسفير بواسطة أقمار الأرض الاصطناعية.

تنبعث التيارات الحرارية من سطح الأرض بتغيّر درجة حرارة هذا السطح واحتوائه على الرطوبة، من جراء وجود المياه والثلوج وكمية الأملاح المذابة في المياه على سطح الأرض، إضافة إلى مؤشرات أخرى. وعند قياسنا لهذه التيارات الحرارية بواسطة أجهزة حساسة جداً، تعمل ضمن قياس قصير الموجات، يمكننا أن نكتشف عمليات عديدة تجري على سطح البحار واليابسة، في الغيوم في الأتموسفير، وكذلك يمكننا قياس الاشعاعات الحرارية فوق البحار، من خلال تحديد وجود الغطاء الغيمي وكثافته، واكتشاف منطقة هطول الأمطار وتقدير كمياتها.. ويرتبط هذا بقدرة قطرات الماء السائلة الموجودة في الغيوم والأمطار على الامتصاص الفعّال لهذه الإشعاعات الحرارية التي لا يتجاوز طول موجاتها السنتيمتر الواحد (بمقدار عادي هو ٠,٨ سم).

إذن، يمكننا أن نحكم على حالة الطقس فوق المحيطات التي تفتقر إلى وسائل متيورولوجية أخرى، من خلال قوة الإشعاعات التي يسجلها ويرسلها القمر الاصطناعي.

وقد أجريت مثل هذه الأبحاث في عام ١٧٧٦ بمشاركة العلماء السوفيات والأميركيين في المحيط الهادىء بتجربة سامكس SAMEKS̃ والتي استخدمت خلالها أجهزة القياس الإشعاعية ذات الموجات القصيرة، على متن سفينة الأبحاث العلمية السوفياتية «الأكاديمي كورروليوف». وفي القمر الاصطناعي التابع للنظام السوفياتي «متيور» METEOR والنظام الأميركي NIMBUS قدمت التجربة نتائج هامة، تمّ على أساسها إعداد طرق جديدة لرصد الأتموسفير والمحيطات بواسطة الأقمار الاصطناعية. هذه النتيجة سهّلت حلّ عدة مسائل هامة في علم الأرصاد الجوية المائية الحديث. Hydro météorologie

٩ـ٨. على أيّ مدار تحلق الأقمار الاصطناعية المتيورولوجية؟

يبلغ ارتفاع المدارات الاعتيادية لتحليق الأقمار الاصطناعية المتيورولوجية الحديثة حوالي ٩٠٠ كلم، وشكل هذه المدارات دائريّ تقريباً. وهي شبيهة باتجاهها بالمدارات القطبية، ويبلغ حزام الاستكشاف أكثر من ألفي كلم (٢٤٠٠ كلم للأجهزة التلفزيونية و٢٦٠٠ كلم للأجهزة ما دون الحمراء). عند تحليق قمرين اصطناعيين في وقت واحد. تتم أعمال الرصد الجوي فوق كل منطقة كل ست ساعات. وفضلاً عن ذلك، فمن الممكن أن تطلق الأقمار الاصطناعية المتيورولوجية من المحطات المدارية الدائمة على ارتفاع يبلغ ٣٦٠٠٠ كلم.

٩ـ٩ . ما هي مهمة الأقمار الاصطناعية الجغرافية الثابتة؟

تخصص هذه الأقمار الاصطناعية للمراقبة الثابتة وغير الدقيقة لسطح الأرض. وعند تحليقها بالسرعة المنحنية نفسها (أو السرعة الزاوية Vitesse angulaire التي تدور بها الأرض، تستطيع هذه الأقمار أن تؤمن المساحات الكبيرة نفسها لسطح الأرض، والتي تساوي بالنسبة لكل قمر اصطناعي مساحة قارة بأكملها، أو مساحة عدة محيطات. وهذا مفيد جداً للمراقبة المستمرة لتطور المنخفضات الجوية الاستوائية، وأنظمة الغيوم على خطوط العرض السفلى في مناطق حيث يمكن للعواصف الاستوائية أن تنشأ.

وتسمح هذه الأقمار الاصطناعية بمتابعة سير الأعاصير فوق البحار والكشف عن عواصف التورنادو Tornado.

وباستطاعتنا أيضاً بواسطة الأقمار الاصطناعية الجغرافية الثابتة، مراقبة حركة الغيوم، وتحديد سرعة الرياح واتجاهها على ارتفاع الغيوم.

وفي حال وجود أجهزة القياس الطيفية Speetral على متن الأقمار الاصطناعية الجغرافية الثابتة، يمكننا إجراء عمليات الرصد الجوي لمسافات طويلة في الأتموسفير في الطبقة ما بين واحد وثلاثين ملليبار. أعلى ارتفاعات تراوح بين ٢٥ و٥٠ كلم في طبقة الستراتوسفير.

فضلاً عن ذلك، ينبغي على هذه الأقمار الاصطناعية جمع المعلومات من المحيطات الأتوماتيكية الأرضية، ومن العوّامات البحرية التي يبلغ عددها بضعة آلاف حسب برنامج المنظمة العالمية لخدمة الطقس.

٩ـ١٠. ما هي سرعة إرسال المعلومات من الأجهزة اللاسلكية داخل الأقمار الاصطناعية؟

تقدر السرعة القصوى لإرسال المعلومات من الأقمار الاصطناعية بمئة وخمسة وعشرين ألف (١٢٥٠٠٠) وحدة في الثانية. هذه السرعة الكبيرة تقتضيها الكمية الكبرى من المعلومات التي تجمعها الأقمار الاصطناعية.

باستطاعة نظام الأقمار الاصطناعية أن يرسل يومياً ١١ وحدة معلوماتية، وتتطلب هذه السرعة الهائلة لإرسال المعلومات سرعة موازية في معالجتها وتنظيمها، والتي يحصل عليها من خلال الأتمتة automatisation الكاملة لها واستخدام أحدث الحاسبات الالكترونية.

٩ـ١١. ما هي المعلومات المتيورولوجية الاصطناعية التي تقدمها الأقمار الاصطناعية؟

يمكننا بواسطة أقمار الأرض الاصطناعية تلقّي كثير من المعلومات

الإضافية، وذلك فوق المناطق القليلة السكان، وكذلك فوق المناطق الكثيفة السكان.

وعلى وجه الخصوص، تؤمن الأقمار الاصطناعية بشكل فعّال تلقيّ المعلومات من حدود الغطاء الثلجي وجميع تغيراته، وعن الغيوم في الجهات والمنخفضات الجوية. فضلاً عن ذلك، فإن الأقمار الاصطناعية، تكمّل وتدقق في معلومات المحطات المتيورولوجية في تلك المناطق التي يعتبر عدد المحطات فيها غير كافٍ.

وهناك أيضاً كثير من المعلومات الهامة التي ترسلها الأقمار الاصطناعية عن السحب الدخانية فوق المناطق الصناعية والغابات، والتي تنشأ نتيجة التلوث الصناعي للهواء ونتيجة الحرائق في الغابات. وفي بعض الأحيان، لا تستطيع المحطات المتيورولوجية الأرضية، التي ترصد الطبقة السفلى من الأتموسفير، تسجيل وجود سحب التلوث فوق المناطق الصناعية. ولكن من خلال الصور التي يلتقطها القمر الاصطناعي، يظهر تحرك السحب بوضوح. إضافة إلى وضوح بنيتها، ومواصفات أخرى تمكننا من معرفة نسبة التلوث، وارتفاع انتشاره في الجو.

٩ـ ١٢. كيف يستطيع القمر الاصطناعي تحديد بؤر التلوث في الأتموسفير؟

من الممكن ملاحظة عدة أنواع من التلوث الجوي مباشرة من على متن القمر الاصطناعي ولكن الطريقة الأكثر فعالية هي تصور سطح الأرض بالمقارنة مع تحليل الصور التلفزيونية لمنطقة معينة.

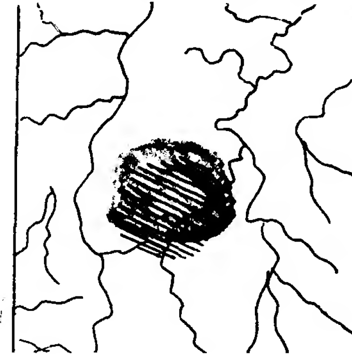
إن التصوير في فواصل طيفية مختلفة (٠,٤ـ ٠,٥)؛ (٠,٦ـ ٠,٧)؛ (١٠,٥ـ ١٢) ميغا كلم وخصوصاً التصوير الملوّن، يؤمنان وصول العدد الأكبر من المعلومات ليس عن التلوث فحسب، بل وعن تأثيره على الأعشاب والنباتات.

عند تحليل هذه الصور، يصبح بالإمكان التمييز بين السحب الدخانية وبين السحب العادية، وتحديد التلوث الصناعي والناجم أيضاً

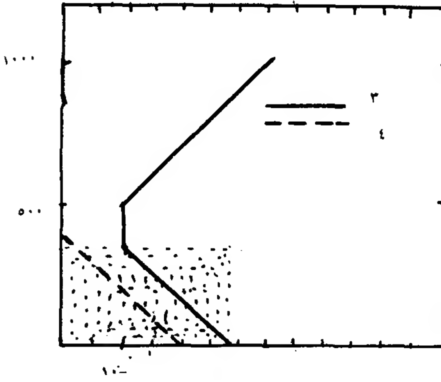
عن الحرائق في الغابات، إلى جانب التلوث الناجم عن انفجار البراكين.

٩ـ١٣ كيف يبدو التلوّث الصناعي للجو من الفضاء؟

يستطيع رواد الفضاء رؤية الذيول الدخانية المتصاعدة من المصانع ومن السفن البحرية، ورؤية البقع الدخانية للتلوث الصناعي بوضوح تام. لكن الدراسة المنتظمة لهذه الظواهر ممكنة فقط من خلال الصور الفضائية والتي توضح عليها كل بؤر التلوث حتى تلك الآثار المكثفة التي تنشأ عن تحليق الطائرات.



التلوث الدخاني للجو فوق منطقة موسكو في ٢٣ شباط ١٩٧٦ حسب «فيتيور ١٨»



ـ مساحة المدينة حدود السحابة الدخانية مقطع لدرجات الحرارة حزام جاف



سحابة التلوث فوق ضواحي لينغراد في ٢٦ آذار ١٩٧٣

تحتاج كل أنواع التلوث السامة في الهواء، إلى أجهزة تصوير خاصة، تملك القدرة الفائقة على تحديد الأجزاء الدقيقة، والتي يبلغ قياسها مئة ملليمتر وما فوق.

تحدّد الصور الملتقطة عبر الأقمار الاصطناعية سحب التلوث فوق المدينة الكبيرة، المتحركة باتجاه التيارات الهوائية في الطبقة السفلى من التروبوسفير لحظة القيام بعملية التصوير.

ويبيّن الرسم التالي خارطة التلوث فوق مدينة موسكو، والمقطع الأفقي لدرجات الحرارة النهارية في ٢٣ شباط ١٩٧٦ حسب معلومات القمر الاصطناعي متيور ١٨.

أما الرسم الآخر فيبيّن التلوث الدخاني للجو، ووقوع التلوث الآتي من المدينة فوق ضواحي لينينغراد باتجاهين: الأول نحو الجنوب والثاني نحو جنوب غربي المدينة ويراوح عن الاتجاه الأول من التلوث بين ٥٠ و٦٠ كلم. وعرض الاتجاه الثاني بين ١٥ و٢٠ كلم ويبلغ طول كل اتجاه ما يزيد على ٦٠ كلم.

٩ـ ١٤ ما هي هيئات الطقس في الأتموسفير الخالي؟

تختلف الشروط المتيورولوجية في الأتموسفير الخالي كثيراً جداً عن تلك التي تحيط بسطح الأرض. وهذا ما أثبتته الأبحاث التي أجريت بواسطة الصواريخ والأقمار الاصطناعية ووسائل الرصد الجوي الأخرى.

أولاً: لا تحدث في الأتموسفير الخالي أية تقلبات هامة بدرجات الحرارة، لأن تأثير السطح الأسفل وكل ما يشابهه، يخفّ تدريجاً مع الارتفاع وتنخفض درجة الحرارة في الأتموسفير الخالي أكثر بكثير منها في الطبقة المحيطة بالأرض، وكذلك تنخفض درجة الحرارة في الطبقة السفلى من الأتموسفير والمسماة تروبوسفير بمعدل وسطي قدره ست أو سبع درجات مئوية على كل كيلو متر واحد من الارتفاع. وتتراوح سماكة هذه الطبقة بين ٧ و ١٨ كلم حسب العرض الجغرافي للمنطقة، وميزات العمليات الجوية.

وإلى الأعلى من التروبوسفير، وعلى ارتفاع يقارب الـ ٥١ كلم توجد الطبقة الثانية من الأتموسفير وتسمى ستراتوسفير. وبين التروبوسفير والستراتوسفير توجد طبقة انتقالية تبلغ سماكتها مئات الأمتار وتسمى تروبوبوز، حيث تراوح درجات الحرارة فيها بين ٤٥ درجة مئوية تحت الصفر و٨٠ درجة مئوية تحت الصفر، مع أنها تتوقف عن الانخفاض مع الارتفاع. وبالعكس فإن درجة الحرارة ترتفع قليلاً أو تبقى ثابتة عند الانخفاض باتجاه سطح الأرض. كما أن درجة الحرارة تتغير تغيّراً طفيفاً، في بادىء الأمر، مع الارتفاع في طبقة الستراتوسفير. وبعدئذٍ ترتفع تدريجاً إلى أن تبلغ درجة الصفر في الحدود العليا لهذه الطبقة.

ثانياً: تنحرف التيارات الهوائية في الأتموسفير الخالي بنسبة أقل، بتأثير تضاريس المكان، وتبلغ سرعة هائلة مُشَكِّلةً تيارات مندفعة.

ثالثاً: لا توجد في الأتموسفير بعض تلك الظواهر المتيورولوجية الخاصة بالطبقة المحيطة بالأرض. ويقسم الطقس هناك طرازين أساسيين: الأول غائم والآخر صاف من الغيوم. وتوجد في الأتموسفير الخالي ظواهر طقسية خاصة بهذا الأتموسفير، مثل الارتفاع الستراتوسفيري لدرجات الحرارة والغيوم الستراتوسفيرية من الغبار البركاني والحركة الاضطرابية في السماء الصافية إلخ.

٩ـ ١٥. لماذا ترتفع درجة الحرارة مع الارتفاع في طبقة الستراتوسفير؟

تتحدد درجة حرارة الهواء في طبقة الستراتوسفير من خلال عملية التبادل الحراري الإشعاعي. وتمتص طبقة الأوزون الموجودة في أسفل الستراتوسفير بعض أجزاء الحرارة الشمسية، مما يؤدي إلى تسخينها، وتسخين الهواء لبعض الوقت. ويتزّن وصول الحرارة وخروجها بفضل الاتزان الإشعاعي المرتبط بعملية الانتظام الحراري لكمية الأوزون في الستراتوسفير.

وإذا حدث تسخين مفرط للهواء، عندئذ يبدأ الانحلال السريع

لجزيئات الأوزون والنقص في محتواه، وبالتالي تنقص نسبة امتصاص الحرارة الشمسية، ويؤدي ذلك تلقائياً إلى الانخفاض في درجات الحرارة إلى المستوى السابق.

٩ـ١٦. لماذا يتبدّل ارتفاع الحد الأسفل لطبقة الستراتوسفير من وقت لآخر؟

يتميز ارتفاع طبقة التروبوبوز ـ الطبقة الانتقالية بـين التروبوسفير والستراتوسفير ـ تبعاً لحالة الهواء في الطبقة الموجودة إلى الأسفل منها، أي في طبقة التروبوسفير. يمكننا بشكل تقريبـي اعتبار التروبوسفير طبقة التحرك النشيط للهواء. . والستراتوسفير طبقة الاستقرار في حالة الهواء.

تراوح طبقة التحرك النشيط وغير المستقر للهواء بـين الانخفاض والارتفاع تبعاً لطابع العمليات الجوية المتزايدة فوق سطح الأرض، ودرجة تسخين الطبقات السفلى من الهواء، يعلو ارتفاع هذه الطبقة حيث الهواء الساخن، وفوق مناطق الضغط الجوي، المرتفع وينخفض حيث الهواء البارد وفوق المنخفضات الجوية. ولهذا السبب ينخفض ارتفاع طبقة التروبوبوز، فوق المناطق القطبـية، ويرتفع فوق المناطق المدارية. يراوح ارتفاع الحدّ الفاصل بـين طبقتي التروبوسفير والستراتوسفير في الظروف الطبـيعية بـين ٨ و١٣ كلم، وتختلف درجة حرارته بسبع أو ثماني درجات عن مقدارها البالغ ٥٦,٥ درجة مئوية تحت الصفر. وكلما ارتفعت طبقة التروبوبوز انخفض هذا الحدّ الفاصل بـين التروبوسفير والستراتوسفير.

٩ـ١٧. لماذا تستقر سحب الغبار البركاني لفترة طويلة في طبقة الستراتوسفير؟

عند انفجار البراكين، تظهر السحب الغبارية في الطبقات السفلى من الأتموسفير على ارتفاع يتجاوز عشرات الكيلومترات، ولكن الغبار البركاني لا يستقر طويلاً في الطبقة السفلى من الأتموسفير ـ التروبوسفير، حيث يترسب بعد عدة أيام على سطح الأرض. ويساعد على الترسب،

الاختلاط النشيط للهواء في التروبوسفير، وعمليات تكون الغيوم وتساقط الأمطار التي تنظف بدورها الهواء في طبقة التروبوسفير من التلوث الغباري. بينما تختلف الصورة تماماً في طبقة الستراتوسفير، بحيث أن اختلاط الهواء ليس نشيطاً، وأن هذه الطبقة مستقرة كلياً، أما المزيج الذي يصل إلى هذه الطبقة بواسطة السحب الغبارية البركانية التي تحركها التيارات الهوائيه، فيترسب فيها لسنوات عديدة.

تزداد نسبة هذه السحب في طبقة الستراتوسفير بعد كل انفجار هائل لأي بركان وبعد ذلك بعدة سنوات تسجل أجهزة الرصد الجوي على سطح الأرض النقص في وصول حرارة الشمس بسبب الانخفاض في نسبة شفافية الهواء في الطبقات العليا. ولقد لاحظ العلماء في زمن بعيد التأثير الضار لهذه السحب الغبارية على حالة الطقس فوق الأرض. ونسبوا إلى هذه الظاهرة عملية برودة الطقس على الأرض وخصوصاً في فصل الصيف.

٩ـ ٨١٨ بأي ظواهر يحتك الإنسان أيضاً في الطبقات العليا من الأتموسفير؟

من الناحية النظرية، تنجم في الطبقات العليا من الأتموسفير خطورة تامة عن الاصطدام بالجزيئات المتيورية ـ الدخيلة من الغطاء الخارجي والتي تحترق عادة في الطبقات السفلى الأكثر كثافة في الأتموسفير. غير أن احتمال اصطدام السفن الفضائية بهذه الجزيئات ضئيل جداً.

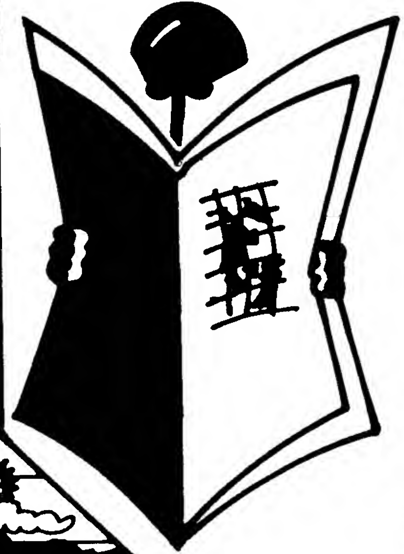
وعند تحليق الطائرات الحديثة، والتي تفوق سرعتها سرعة الصوت على ارتفاع يقارب العشرين كلم، يلاحظ، من وقت لآخر، ارتفاع في مستوى الإشعاع والعائد إلى الالتهاب النشيط للكتلة الشمسية، وبسبب هذا الالتهاب تولد تيارات من البروتون ProtonÛ هذه التيارات هي مجموعة من الذرات الفضائية الضارة: أشعة غاما، ذرات ألفا ـ الكترونات وفيترونات ـ والتي بإمكانها أن تهدد صحة المسافرين وطواقم الطائرات التي تحلق في طبقة الستراتوسفير.

٩ـ١٩. هل صحيح أن الأقمار الاصطناعية والصواريخ والطائرات التي تفوق سرعة الصوت والأجهزة المحلقة الأخرى، تؤثر على حالة الطقس فوق كوكبنا؟

إن تحليق جميع أنواع الأجهزة المحلقة لا يبدي أي تأثير على حالة الطقس فوق كوكبنا، باستثناء تلك الحالات التي تقوم خلالها هذه الأجهزة بعملية التأثير الاصطناعي على الغيوم والضباب والأغطية الجليدية والثلجية، أي في تلك الحالات عندما تقوم هذه الأجهزة بزرع المفاعلات الكيميائية التي تبدد الغيوم والضباب أو بالعكس تحدث الأمطار وتمنع تساقط البرد أو تساعد على سرعة ذوبان الجليد أو الثلوج.

الفصل العاشر
التنبؤ بحالة الطقس







الفصل العاشر

التنبؤ بحالة الطقس

يعتبر التنبؤ بحالة الطقس، من وجهة النظر العلمية، إحدى المسائل الفيزيائية الصعبة للغاية، ففي سبيل حلّ هذه المسألة، هناك العديد من الطرق الشاملة لكل العناصر والظواهر المتيورولوجية التي تختص بحالة الطقس، ولا توجد حتى الآن طريقة واحدة قادرة على إعطاء الحلّ الصحيح لهذه المسألة.

فبالإمكان التنبؤ بحالة الطقس بالاستناد إلى الدلائل المحلية بالطرق المتيورولوجية: على أساس التحليل التنبئي لخرائط الطقس، وبالطرق العددية عن طريق الحساب المسبق بواسطة الحواسيب الالكترونية. وهناك طرق فيزيائية إحصائية أيضاً تتمتع بخاصية مميزة ألا وهي وضع النشرات الجوية فيما يسمّى بشكل احتمالي. ولكل من الطرق المذكورة حسناتها وسيئاتها وخاصية استخدامها وإمكانية تطبيقها في الواقع لتلبية متطلبات مستهلكي المعلومات المتيورولوجية.

وفي الوقت الحاضر، توضع نشرات جوية للاستخدام العام ولكل الناس، ويتم توزيعها عبر وسائل الإعلام إلى جانب النشرات الجوية الخاصة لتلبية متطلبات أي ميدان من ميادين الاقتصاد الوطني، والتي تأخذ بالاعتبار خاصية نشاط الناس في مهن متنوعة (عمال للبناء، الملاحون البحريون والجويون، والعمال الزراعيون، ومربيو المواشي. . . وغيرهم). أما النشرات الجوية العامة فتحتوي على حد أدنى من المعلومات الكمية عن حالة مجمل العناصر المتيورولوجية المتوقعة التي تخص حالة الطقس. بينما تتميز النشرات الجوية الخاصة

بدقتها ووضعها المحدد لحالات معينة من العناصر المتيورولوجية التي تهم مستهلك هذه المعلومات.

عزيزي القارىء، سوف تتأكد لدى قراءتك هذا الفصل من أن مهمة وضع النشرات الجوية ليست مهمة سهلة.

١٠ـ١. كيف يتم التنبؤ بحالة الطقس حسب الدلائل المحلية؟

كي نكوّن قصوراً عن حالة الطقس المرتقبة في الساعات القليلة القادمة حسب الدلائل المحلية، ينبغي لنا قبل كل شيء تقييم حالة الطقس في اللحظة نفسها. ولذلك، ينبغي النظر جيداً إلى السماء، وحسب الإمكان، من نقطة ترقب جيدة باتجاه الأفق وغير محجوبة بالأبنية والأشجار. فحالة السماء تحدّد لنا، في حال وجود السحب فيها أو في حال عدم وجودها، أن حالة الطقس التي نرتقبها ترتبط بحركة إحدى الكتل الهوائية، أو أنها تتحدد من خلال تأثير الجبهة الجوية (انظر ١٠ـ٣). وكما هي الحال بالنسبة للرياح عند سطح الأرض، فإن اتجاه حركة السحب وسرعتها يساعدان المراقب على التأكد من حالة النظام الباري المسيطر في لحظة الرصد (منخفض جوي، مرتفع جوي، أو أقسامهما الفرعية مثل الوهدة أو القمة). وإذا كان بحوزة الشخص المراقب باروغراف (جهاز مرسام للضغط الجوي) أو بارومتر معدني (لا سائلي)، فإنه يستطيع ملاحظة التغيّرات الكثيرة في الضغط الجوي على مدى ساعات عديدة. وعند تحديد الحالة الجوية. بهذا الشكل، يمكننا أن نتصور التغييرات الممكنة في حالة الطقس وتناميها في المستقبل القريب.

وللتأكد من صحة نتائج الرصد الجوي، ينبغي البحث في دلائل أخرى معروفة مثل: حالة النجوم، وألوان الأفق، والسحب النموذجية ـ بوادر الطقس الممطر والعواصف والجبهات الجوية الباردة والدافئة.. إلخ. وعند القيام بالتحليل بشكل تام، ينبغي استخدام مجمل الدلائل المتوفرة بما في ذلك انتشار الروائح ومسلك الحيوانات وحالة الأحواض المائية وغير ذلك. وعندما نقوم بالحكم على حالة الطقس في الوقت

القريب، ينبغي لنا أن نأخذ بالاعتبار مجموعة من الدلائل التي تشير إلى حالة الطقس، وكلما كثرت الدلائل التي تشير على حالة معينة، كلما تأكدنا من أننا نشير في طريق صحيح.

١٠ـ٢. كيف يتم التنبؤ بحالة الطقس في علم الأرصاد الجوية (المتيورولوجيا)؟

إن جوهر الأسلوب العلمي المتيورولوجي في التنبؤ بحالة الطقس يكمن في الاستعراض الكامل لحالة الطقس على مساحات كبيرة جداً، والذي يحدد طابع تطور العمليات الجوية والتغيّر المحتمل في المستقبل للظروف الجوية بالمنطقة الواقعة تحت المراقبة. ويتحقق هذا الاستعراض بواسطة خرائط الطقس التي تحوي معلومات عن الرصد الجوي عند سطح الأرض، وكذلك معلومات من جميع الارتفاعات المصوّرة بالأجهزة المتيورولوجية التي تجري في وقت واحد حسب برامج محطات الأرصاد.

أما أساس التنبؤ بحالة الطقس حسب الأسلوب العلمي المتيورولوجي، فيكمن في تحليل خرائط الطقس التي تسمى بالخرائط التنبؤية، وفي تحديد الظروف الجوية التي تتوقف عليها حالة الطقس في المنطقة المدروسة: من أين يأتي الهواء الذي يسود المنطقة وما هو، وفي أي نظام باري يدور (البار ـ وحدة قياس الضغط الجوي)، وكيف يتفاعل مع سطح الأرض، وهل ثمة جبهات جدية يمكن أن تؤثر في حالة الطقس، وبأي اتجاه وبأية سرعة تتحرك الأنظمة الباريّة والجبهات الجوية وكيف تتغيّر، وما هو المسار اليومي للطقس المشروط بهذه الظروف المتيورولوجية.

فعلى أساس هذا التحليل الذي يحتوي، إلى جانب التقييم النوعي لتنامي العمليات الجوية، على إظهار مؤشراتها الكميّة، ينبغي للمتنبىء بالأحوال الجوية أن يحدد كيفية تنامي هذه العمليات الجوية في فترة من الزمن، وكيف ستقترن ظروف الطقس المعينة بهذه العمليات، مثل: حالة الغيوم، ودرجات الحرارة، والرياح والأمطار، وظواهر متيورولوجية أخرى مختلفة.

وفي سبيل حساب مقادير بعض العناصر المتيورولوجية، يستخدم خبير الأرصاد الجوية طرقاً حسابية معروفة. وهو يُقدِّر كمية الغيوم بشكل تقريبي دون اللجوء إلى حسابات دقيقة، ولكن دون الابتعاد عن الطرق والأسس الحسابية في علم الأرصاد الجوية، وفي جميع الحالات، يستند الخبير إلى فهمه الشخصي لتنامي العمليات الجوية وخبرته ومعرفته، وإلى الأحكام والقوانين الحديثة في علم الأرصاد الجوية.

١٠ـ٣. ما هي الجبهة الجوية Front athmosphérique وكيف نتنبأ باقترابها؟

الجبهة الجوية هي القسم الفاصل بين كتلتين هوائيتين مختلفتي الخصائص، أي أن الأولى تتميز عن الأخرى بعدة مواصفات أساسية هي: درجة الحرارة، والرطوبة، وشفافية الهواء واحتواؤه على الغبار والشوائب الأخرى. ويبلغ عرض هذه الجبهة (القسم الفاصل) عشرات الكيلومترات عند سطح الأرض، بينما يبلغ ارتفاعها عدة كيلومترات.

يرتبط وجود الجبهات الجوية، كقاعدة عامة، بُسُحب مميّزة، وهي في أغلب الأحيان مجموعة كاملة من السحب المطبّقة المرتفعة والسحب المطبّقة الممطرة، ومن السحب الركامية الممطرة في بعض الأحيان. وتلاحظ في الجبهات الجوية ظواهر عديدة خاصة بالطقس الرديء، الذي يحمل معه الأمطار الغزيرة والرياح العنيفة والعواصف الثلجية والغبارية، والعواصف الرعدية في بعض الأحيان.

أما مناطق تواجد الجبهات الجوية، فهي بشكل أساسي في المنخفضات الجوية وفي أقسامها الطرفيّة فيما يسمّى بالتجويف الباري، حيث يلاحظ التطابق في التيارات الهوائية في طبقات الأتموسفير السفلى. فهذا التطابق ضروري للحفاظ على التباين بين كتلتين هوائيتين، أي أنه ضروري لوجود الجبهة الجوية نفسها.

من جهة أخرى، ينخفض الضغط الجوي عادةً قبل منطقة المنخفض الجوي وتجويفاته، وهذا ما يشكل دليلاً غير سيء على

اقتراب الجبهة الجوية، ويترافق مرور التجويف الهوائي بتغيّر مميّز في سرعة الرياح واتجاهها، وظهور الغيوم وهطول الأمطار في ترتيب محدّد بالنسبة لنوعية الجبهة الجوية باردةً كانت أم دافئة.

إذن، فبالإمكان التنبؤ باقتراب الجبهة الجوية بالاستناد إلى مجموعة من الدلائل التي تميّزها، أهمها حالة المنخفضات الجوية وتجويفاتها المرصودة سابقاً، وحيث تنتشر هذه الجبهات الجوية فيها.

١٠ـ٤. هل يمكننا التنبؤ بظهور الضباب؟

إن شفافية الهواء تقلّ كلما تكاثرت مواد التكثيف Condensation والتصعيد Sublimation لبخار الماء في طبقة الهواء القريبة من سطح الأرض، أي كلما تزايدت قطيرات الرطوبة والبلورات الجليدية، مما يؤدي إلى انخفاض مدى الرؤية الأفقية إلى كيلومتر واحد، وأحياناً إلى أقل من ذلك، فهذه الحالة تنبىء بحلول الظاهرة المتيورولوجية المسمّاة بالضباب، الذي يتكون كنتيجة لتبريد الهواء أو تبخر الرطوبة الشديد من السطح المائي الدافىء، حيث ترتفع درجة حرارته عشر درجات مئوية أو أكثر عن درجة حرارة الهواء. وقد أطلق العلماء على هذا النوع من الضباب تسمية ضباب التبريد أو ضباب التبخير.

أما التنبؤ بتكوّن الضباب، فيقتصر على رصد الظروف الملائمة لسير عمليتي التبريد والتبخر: عندما تتم عملية تبريد الهواء حتى درجة التكثيف، التي يبدأ عندها بخار الماء بالتحوّل إلى قطيرات مائية أو بلورات جليدية. والعملية الثانية هي عملية التبخر الشديد في حال وجود أحواض مائية هائلة المساحة تختلف درجة حرارتها عن درجة حرارة الهواء اختلافاً كبيراً.

إن عملية تبريد الهواء تتم بالطرق الإشعاعية في حال هدوء حالة الطقس وصفاء السماء، أو بواسطة انتقاله من منطقة إلى أخرى. ففي الحالة الأولى يتكوّن ما يسمى بالضباب الإشعاعي الليلي والصباحي. الذي يظهر عادةً في النهار عند ارتفاع درجة حرارة الهواء. ولرصد مثل هذا النوع من الضباب يمتلك خبراء الأرصاد الجوية طرقاً حسابية

مختلفة لدرجات الحرارة لحظة تكوّن الضباب، بالإضافة إلى الرسوم البيانية Graphiques التي تسهّل عملية إجراء هذه الحسابات.

أما في الحالة الثانية، فيتكوّن الضباب المحمول أو المنقول، الذي يتكوّن أيضاً عند اشتداد حركة الرياح. ولرصد هذا النوع من الضباب، تستخدم طرق أخرى إلى جانب إنجاز العمليات الحسابية المعقدة والمرتبطة مع الأخذ بالاعتبار عملية انتقال الهواء الرطب وتفاعله مع سطحي اليابسة والماء. والجدير ذكره، أن الضباب المحمول يبقى كثيفاً على مدى ساعات عديدة خلال النهار.

يتضح مما ذكر أن عملية التنبؤ بالضباب مهمة صعبة للغاية، وعند حلّها ينبغي الأخذ بالاعتبار حالة العناصر الميتورولوجية الراهنة والتغيّرات التي تعرض لها، بما في ذلك درجة حرارة الهواء ورطوبته ووجود السحب وحركة الرياح، بالإضافة إلى حالة التربة وقدرتها على التبخير.

١٠ـ٥. كيف تتم عملية التنبؤ بالسديم؟

السديم هو ظاهرة لها طبيعة مماثلة لطبيعة الضباب وخصائصه. ويكون السديم رطباً عند ارتفاع نسبة القطيرات المبلّلة في الهواء، أو جليدياً في حال وفرة البلورات الجليدية فيه. لكن شفافية الهواء تتضاءل حين وجود السديم كما هي الحال عند وجود الضباب، ويبقى مدى الرؤية الأفقية أكثر من كيلو متر واحد ولا يتجاوز العشرة كيلومترات. أما الاختلاف بين السديم والضباب فهو كميّ ويكمن في شدة تعكّر الهواء بمواد التكثيف والتصعيد لبخار الماء، وهذا ما يسهّل عملية التنبؤ بالسديم، الذي يصحب معه في كل حالة قدوم الهواء الرطب الذي يبرد في طبقة الأتموسفير السفلى لأسباب معينة. وكي تتم عملية التنبؤ بالسديم فعلياً، يكفي خبراء الأرصاد الجوية أن يحددوا بواسطة خرائط الطقس نوعية الكتل الهوائية المتواجدة فوق المنطقة المراقبة.

إلاّ أن مهمة تحديد مدى الرؤية الأفقية، في حال وجود السديم، هي صعبة، لأن مدى الرؤية في هذه الحالة يتراوح بين مجالين بعيدين،

وأن حلّ هذه المسألة، أمر غير ممكن بغير الاستعانة بالطرق الحسابية. لذلك، جرى استخدام الرسوم البيانية التي تتم بواسطتها عملية التنبؤ بالضباب، والتي تحدد إمكانية تكوّن ظاهرات عديدة من هذا النوع وقوة شدتها.

١٠ـ٦. كيف تتم عملية التنبؤ بالعواصف الثلجية؟

يقوم خبراء الأرصاد الجوية بالتنبؤ بالعواصف الثلجية بالاستناد إلى خرائط الطقس، التي يظهر عليها اتجاه حركة هذه العواصف ومناطق انتشارها. وبعد إنجاز بعض العمليات الحسابية يحدّد خبراء الأرصاد الجوية تلك المناطق التي ترتقبُ فيها حدوث العواصف الثلجية في الساعات أو الأيام القليلة القادمة. إلاّ أن العواصف الثلجية لا تتحرك من منطقة إلى أخرى وحسب، بل تنشأ في منطقة معينة إذا ساعدتها ظروف محلية ملائمة لذلك، كما أنها تشتد وتنحسر وقد تتوقف تماماً وفقاً للظروف المحلية.

وهناك نوعان من العواصف الثلجية: العواصف الثلجية المحلية، والعواصف الثلجية العامة.

فالنوع الأول من هذه العواصف ينشأ في حال وجود ثلوج جافة ومتساقطة لتوّها، وفي حال هبوب رياح تفوق سرعتها سبعة أمتار في الثانية. ويقتصر رصد العواصف الثلجية المحلية على ترقب حركة الرياح عندما تفوق سرعتها سبعة أمتار في الثانية، وعلى الأخذ بالاعتبار حالة الغطاء الثلجي الموجود. أما إذا كانت الثلوج جافةً وهشة، وإذا راوحت سرعة الرياح بين خمسة أمتار وستة أمتار في الثانية، فمن المحتمل وقتئذٍ أن تهب الرياح الثلجية. وينبغي للخبير المتيورولوجي عند قيامه بالعمليات الحسابية أن يحسن التمييز بين هاتين الظاهرتين (أي بين العواصف الثلجية المحلية وبين الرياح الثلجية).

أما النوع الثاني من العواصف، أي العواصف الثلجية العامة، فيهب عند تساقط الثلوج وعند هبوب رياح لا تقل سرعتها عن سبعة أمتار في الثانية، ويرتبط ترقب هذه العواصف بعملية الرصد الجوي

للغيوم، وتساقط الثلوج وحركة الرياح.

إن العواصف الثلجية تهب عادةً عند مرور الجبهات الجوية. فالعواصف الثلجية المتواصلة والمديدة تهب عند مرور الجبهات الجوية الدافئة، بينما تهب العواصف الثلجية القصيرة المدة عند مرور الجبهات الجوية الباردة، لذلك، ينبغي للخبير في الأرصاد الجوية أن يترقب بدقة لحظة مرور الجبهات الجوية كي يقيّم نوعية العواصف الثلجية بواسطة العمليات الحسابية وخرائط الطقس التي توضع بواسطة الحواسيب الالكترونية.

١٠ـ ٧. كيف تتم عملية التنبؤ بالسُّحب؟

يظهر كوكب الأرض من الفضاء على شكل كرة مُغطى نصف سطحها بالغيوم. إلاّ أن هذه الغيوم لا تكسو سطح الأرض بشكل متساوٍ، إذ أنها تتكثّف في منطقة واحدة وتخف في منطقة أخرى، وتبقى على شكل أحزمة وبُقع من السحب، بينما تنحسر تماماً في منطقة ثالثة. وتلاحظ الكتل السحبية الكثيفة فوق المنخفضات الجوية، حيث حركة الهواء دائرية ومتصاعدة، والتي من الممكن أن تتضمن جبهات جوية. أما الأحزمة والبقع السحبية، فإنها تلاحظ فوق سطح الأرض الساخن بالأشعة الشمسية، وعلى مسافة بعيدة عن المنخفضات الجوية أو عن الأطراف للضغط الجوي المرتفع ـ المرتفعات الجوية، حيث لا وجود للجبهات الجوية الناشطة... وأما الغيوم، فإنها لا تلاحظ عادةً فوق الأجزاء الوسطية للمرتفعات الجوية وقممها، حيث يتميز الهواء بالسخونة والجفاف وانحدار الحركة.

وعندما يقوم خبراء الأرصاد الجوية بتتبع تمركز الكتل السحبية وتحركها على خرائط الطقس، يستطيعون تحديد وقت ظهور هذه السحب فوق المنطقة المراد مراقبتها، ولدى ترقبهم لتنامي المنخفضات والمرتفعات الجوية وللجبهات الجوية والظواهر المتيورولوجية، يستطيع الخبراء تقدير إمكانية تكوّن السحب أو انتشارها. وعند إجراء العمليات الحسابية لنقاط الهواء العمودية بواسطة الحواسيب الالكترونية، يستطيع

الخبراء اكتشاف مواقع تكوّن الغيوم. غير أن التنبؤ بظهور هذه الغيوم مهمة ليست سهلةً كما نتصوّر، وينبغي الأخذ بالاعتبار عوامل أخرى تؤثر على عملية تكوّن الغيوم، مثل: تبدّل خصائص الهواء عند تفاعله مع سطح الأرض، وعملية التبخر من على سطحي اليابسة والماء، وتأثير التضاريس والمسار اليومي لدرجات الحرارة، ورطوبة الهواء، وإنارة أشعة الشمس لأجزاء مختلفة من سطح الأرض وغيرها. كما وينبغي على خبراء الأرصاد الجوية، بالإضافة إلى التنبؤ بالغيوم، تحديد كميتها وشكلها، وارتفاع حدّيها الأسفل والأعلى.

١٠ـ٨. كيف تتم عملية التنبؤ بالأمطار والثلوج؟

تتوزع أنواع الأمطار والثلوج وما يشابهها، مما يلمسها الإنسان حين تساقطها من الغيوم، على ما يلي: المطر، والثلوج، والبَرَد، والثلج المحبّب، والمطر المصحوب بالثلوج أو الثلوج المبلّلة. أما الأنواع الأخرى المتساقطة من الهواء فهي: الندى، والندى المثلّج، والصقيع، والبلورات الجليدية. إلاّ أنه لا مجال للمقارنة بين كميات الأمطار والثلوج المتساقطة من الغيوم وبين تلك المتساقطة من الهواء. فعلى سبيل المثال، يتساقط من الغيوم على سطح الأرض يومياً ثمانمائة مليار طن من المياه الحلوة على شكل أمطار وثلوج وغيرها، وتشكل هذه الكمية سنوياً طبقة من الماء فوق سطح الأرض بسماكة متر واحد. إلاّ أن هذه الأمطار وغيرها لا تتساقط على سطح الأرض بشكل متساوٍ، ويختلف نظام تساقطها باختلاف فصول السنة.

أما التنبؤ بتساقط الأمطار والثلوج، فهو ممكن مبدئياً بالاستناد إلى رصد الغيوم. فخبراء الأرصاد الجوية يميّزون جيداً بين الغيوم التي تخلّف أمطاراً وبين تلك التي لا تخلّف أمطاراً، بالإضافة إلى تمييزهم بين الغيوم التي تعطي أمطاراً، وتلك التي تعطي ثلوجاً.

إن غيوم الطبقة العليا المتكوّنة من البلورات الجليدية السماحيق، والسحب الركامية، والسماحيق الطبقية، ولا تعطي أي نوع من الأمطار والثلوج، أما الغيوم الواقعة في الطبقة الوسطى (السحب الركامية العليا

والسحب المطبّقة العليا) والمكوّنة من مزيج من البلّورات وقطيرات الماء الدقيقة المبردة، فإنها لا تعطي أي نوع من الأمطار والثلوج المتساقطة على سطح الأرض، إذا أهملنا تلك الكريات الثلجية الدقيقة التي تتساقط في فصل الشتاء.

إن الغيوم الجبهوية، أي تلك التي تعطي الأمطار والثلوج وما شابهها، تنقسم بشكل أساسي إلى ما يلي: السحب المطرية المطبقة التي تصحب معها ما يسمّى بالسحب المفككة الممطرة، والسحب المطبّقة. وتتمركز الغيوم الجبهوية في طبقة التروبوسفير السفلى، متميزةً بعدم التجانس في تركيبها ومقياس القطيرات المائية والبلورات الجليدية التي تتكوّن منها. أما الغيوم غير الجبهوية المطبّقة والمطبقة الركامية، فمن الممكن أن تعطي أمطاراً خفيفة لفترات زمنية متقطعة، وفي الفترات الباردة من السنة بشكل أساسي. وأخيراً، فإن الأمطار الغزيرة وغير المستمرة، تتساقط لفترة زمنية طويلة في السحب الهائلة والملبّدة، التي تتنامى بشكل عمودي ولها تركيبة ممزوجة من السحب الركامية الممطرة والسحب الركامية الملبدة.

وفي أول حساب تقريبي، تعتبر مهمة ترقب الأمطار والثلوج وغيرها مهمةً منجزة إذا كانت مهمة ترقب الغيوم منجزةً أيضاً، ومع ذلك، فإنها صعبةٌ من النواحي التكنولوجية التي لا نريد ذكرها لأنها تهم العاملين في الأرصاد الجوية دون سواهم.

١٠ـ٩. كيف تتم عملية التنبؤ بالعواصف الغبارية؟

يرتبط هبوب العواصف الغبارية بشرطين أساسيين هما: حالة التربة وسرعة الرياح. فإذا كانت التربة جافةً وهشةً وغير مكسوّةً بالغطاء الثلجي أو بالأعشاب، تحمل الرياح معها، عند اشتدادها، غبار التربة، وتسبح عندئذٍ السحب الغبارية في الهواء منذرةً ببدء العاصفة الغبارية. وكي نترقب هبوب هذه العاصفة، ينبغي لنا أن نتأكد من توفر الشرط الأول المذكور أعلاه.

فإذا توفّر الشرط الأول، وهذا ما تؤكده كمية الأمطار المتساقطة وحين هطولها وعن احتواء التربة للرطوبة ومعلومات عن درجة حرارة

الهواء يستطيع الخبراء ترقب هبوب العواصف الغبارية دون الوقوع في أخطاء من خلال اكتشافهم حالات مماثلة في هبوب الرياح العنيفة والثابتة على خرائط الطقس، فهذه الحالات المماثلة تحدث عادةً في الأجزاء الطرفية للمرتفع الجوي المستقر والشديد فوق القارة الآسيوية في فصل الشتاء. ويتطلب التنبؤ بالعواصف الغبارية معرفةً جيدةً بالظروف المحلية ووفرة المعطيات المتيورولوجية الواسعة، بالإضافة إلى الالمام الجيّد بطرق التنبؤ بهذه الظاهرة الجوية الخطيرة.

١٠ـ ١٠. كيف يترقب خبراء الأرصاد الجوية العواصف البحرية؟

يترقب خبراء الأرصاد الجوية حدوث العواصف البحرية عن طريق استخدام خرائط الطقس ومعطيات الأقمار الاصطناعية المتيورولوجية. ويعود سبب هبوب العواصف البحرية إلى وجود المنخفضات الجوية التي تحمل معها طقساً رديئاً وممطراً ورياحاً عنيفة تتسبب في ارتفاع الأمواج البحرية.

أما المنخفضات الجوية، فيتم تسجيل وجودها وتحركها على خرائط الطقس وعلى صور سطح الأرض التي تلتقطها الأقمار الاصطناعية، ويجري ترقب تمركز المنخفضات الجوية فيما بعد بواسطة الحواسيب الالكترونية. فهذه المجموعة الكاملة من المعلومات عن المنخفضات الجوية تسمح لخبراء الأرصاد الجوية بترقب حلول الطقس العاصف فوق البحار.

أما التموّج الهائل فوق البحار فيحدث، حتى في حال انقشاع السماء من الغيوم، عندما تحلّ المنخفضات الجوية في مناطق بعيدة عن السواحل التي نترقبها. ومن جهة ثانية، فإن خبراء الأرصاد الجوية يستطيعون ترقب حدوث ما يسمى بالتمويج الميت الآتي من مسافات بعيدة في الطقس الهادىء.

١٠ـ ١١. كيف يترقب خبراء الأرصاد الجوية حلول موجات الصقيع القارس؟

إن عملية ترقب درجة حرارة الهواء ليست صعبةً بالنسبة لخبراء

الأرصاد الجوية بشكل عام، مع أنها، في بعض الأحيان، تتميّز بصعوبة ما. والسبب في ذلك هو أن درجة حرارة الهواء في الطبقة القريبة من سطح الأرض ترتبط ارتباطاً تاماً بحالة الغيوم. كما أن الخطأ في حساب كميات الغيوم في النشرات الجوية يؤدي بدروه إلى خطأ في عملية ترقب درجات الحرارة. إلاّ أن حساب درجات الحرارة يخضع لدقة تامة بواسطة الحواسيب الالكترونية.

ترتبط موجات الصقيع القارس، على خطوط العرض الوسطى عادةً، بتدفق الكتل الهوائية الباردة جداً الآتية من المناطق القطبية الشمالية. ويحدث ذلك، في أغلب الأحيان، بعد مرور المنخفضات الجوية العميقة في مؤخرة الكتلة الهوائية التي تسحب معها الهواء القطبي البارد. ويقوم خبراء الأرصاد الجوية بتتبع عملية هذا التدفق من الهواء القطبي البارد، على خرائط الطقس حيث تسجل درجات الحرارة الدنيا التي يتميّز بها هذا التدفق من الهواء البارد. وعلى خرائط الطقس الموضوعة بواسطة الحواسيب الالكترونية، يجري تحديد الأحوال المرتقبة للنظم البارية (البار ـ وحدة قياس الضغط الجوي) كالمنخفضات والمرتفعات الجوية، كما تتحدد بشكل جيد الكتل الهوائية التي تدور داخل هذه النظم البارية، مما يسهّل عمل خبراء الأرصاد الجوية في حلّ المسائل المتعلقة بترقب درجات الحرارة المنخفضة بشكل مفاجىء، وتتبُّع موجات الصقيع القارس الآتية من منطقة القطب الشمالي (أركتيكا).

١٠ـ ١٢. هل يمكننا التنبؤ بحلول الجفاف؟

إن الطرق الحديثة في التنبؤ القصير المدى بالأحوال الجوية، تسمح في ترقب تواصل حالة الجفاف إذا كانت قائمة أو في توقع انقطاعها قبل أيام عديدة.

أما التنبؤ بحدوث الجفاف قبل أشهر عديدة أو حتى أسابيع عديدة، فيعتبر إحدى مهام الرصد الجوي التي تحتاج إلى وقت طويل، ولا تخضع هذه المسألة، حتى الآن، إلى حلول سريعة موثوق بها. وإذ

أردنا الدقة التامة، فإن عملية التنبؤ بحدوث الجفاف أمر ممكن في بعض الحالات الخاصة فقط، ولكن ليس بالدقة المطلوبة.

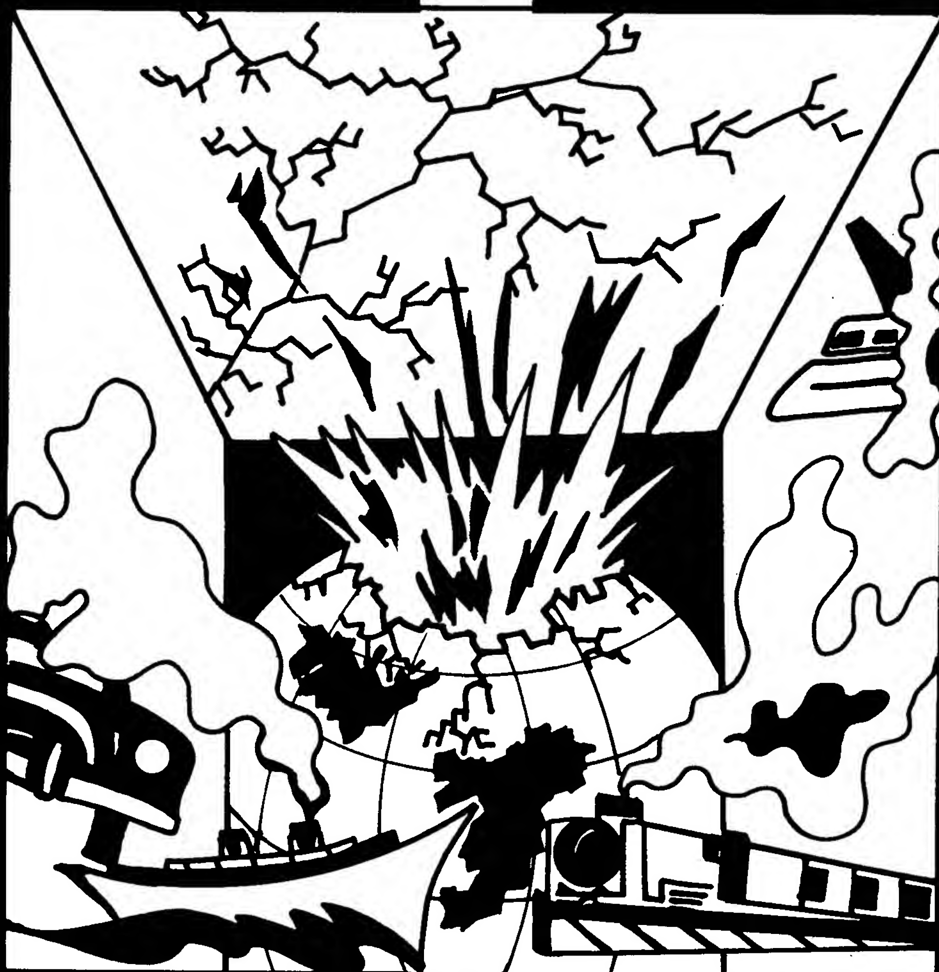
١٠ـ١٣. هل يمكننا ترقب نشوء الأعاصير؟

من الممكن اكتشاف الغيوم التي تولّد الأعاصير بواسطة رصد الغيوم من خلال الرادارات، بالأضافة إلى عملية رصد الغلاف الجوي Athmosphèreبأجهزة الأرصاد اللاسلكية الأخرى، فهذه الغيوم التي تولّد الأعاصير هي عبارة عن سحب ركامية ممطرة تتنامى عمودياً وتحمل معها احتياطات هائلة للطاقة الحرارية الفائضة التي تبرز عند تكاثف بخار الماء. ولهذه السحب قياسات عمودية وأفقية تتجاوز العشرة كيلومترات، ومع ذلك، فإن هذه السحب من هذه المقاييس لا تستطيع توليد الأعاصير، والجدير ذكره، أن السحب الركامية الممطرة تعطي أمطاراً غزيرة وصواعق مشحونة كهربائياً، وكذلك البَرَد والثلج المبلّل أحياناً، ويستطيع عدد قليل فقط من هذه السحب على توليد الأعاصير.

إذن، فمن الصعب ومن المستحيل تحديد مركز نشوء الأعاصير ولحظة نشوئها حسب التنبؤ بواسطة أجهزة الرادارات. ومن الممكن فقط تحديد الظروف الملائمة لتكوّن هذه الأعاصير، وكذلك تحديد طاقة الطبقة الهوائية غير الثابتة ذات الصفة الدينامية الحرارية الغنية بالرطوبة، وذلك بالاستناد إلى معلومات أجهزة الرادارات في الرصد الجوي. ومن أجل تسهيل عملية التحديد، يجب أن تبلغ سماكة هذه الطبقة الهوائية كيلو مترات عديدة، كما يجب ألا تقل رطوبتها النوعية عن عشرة غرامات في الكيلو غرام الواحد في الطبقة الهوائية القريبة من سطح الأرض، ويجب أن تنخفض درجة حرارتها تصاعدياً مع الارتفاع بعشر درجات لكل كيلو متر واحد. ففي مثل هذه الكتلة الهوائية يمكن نشوء السحب الركامية الممطرة الهائلة التي تستطيع توليد الأعاصير. ذلك لأن الشروط الضرورية لوجودها مستوفية، لكنه من المستحيل تحديد ما إذا كانت هذه الشروط كافيةً أم لا.

الفصل الحادي عشر

الطقس والمواصلات



الفصل الحادي عشر

الطقس والمواصلات

المواصلات هي أكثر ميادين الاقتصاد الوطني ارتباطاً بحالة الطقس. فهذا يصحّ بشكل خاص بالنسبة للمواصلات الجوية التي تحتاج، من أجل تأمين عملها الطبيعي، إلى معلومات كاملة ومفصّلة عن حالة الطقس المرصودة فعلياً والمرتقبة للساعات القادمة. أما خصائص متطلبات المواصلات في المعلومات المتيورولوجية، فإنها تكمن في المعطيات الشاملة عن حالة الطقس، إذ أن خطوط سير الطائرات والسفن البحرية وسيارات النقل تُقاس بعدة مئات وحتى آلاف الكيلومترات. وفضلاً عن ذلك، فإنّ للظروف المتيورولوجية تأثيراً هاماً ليس على المؤشرات الاقتصادية لعمل وسائل النقل فقط، وإنما على سلامة المرور أيضاً. فحياة الناس وحالتهم الصحية ترتبط، في أغلب الأحيان، بحالة الطقس ونوعية المعلومات عنها.

من جهة ثانية، وإلى جانب تأسيس الخدمات المتيورولوجية الخاصة (جوية وبحرية في كل مكان، وخدمات في بلدان مختلفة تتعلق بخطوط السكك الحديدية وطرقات السير)، ومن أجل تلبية متطلبات جميع أنواع المواصلات بالمعلومات المتيورولوجية، فإنه من الضروري تطوير ميادين جديدة من علم المتيورولوجيا التطبيقية: متيورولوجيا الطيران والمتيورولوجيا البحرية. إن ذلك يرتبط بالخطر الكبير الذي يشكله العديد من الظواهر الجوية على المواصلات الجوية والبحرية، مما يوجب قياس بعض العناصر المتيورولوجية بدرجة فائقة من الدقة لتأمين سلامة تحليق الطائرات وملاحة السفن البحرية.

أما تأثير متطلبات المواصلات على تطور علم الأرصاد الجوية، فقد أصبح بالغ الأهمية في النصف الأول من القرن الحالي، وأدى إلى إعادة التجهيز تجهيز التقنيّ لمحطات الرصد الجوي وإلى استخدام الانجازات التقنية للرادارات والألكترونيك ونظام التحكّم عن بُعد Telemécanique في علم الأرصاد الجوية. بالإضافة إلى تحسين طرق التنبؤ بحالة الطقس وإدخال الطرق والوسائل الحديثة في عملية الحسابات المسبقة لحالة العناصر المتيورولوجية المستقبلية (الضغط الجوي، درجات الحرارة)، وحساب تحرك مواضع الرصد الجوي وتطورها كالمنخفضات الجوية وتجويفات الجبهات الجوية والمرتفعات الجوية... إلخ.

١١ـ١. ما هي متيورولوجيا الطيران؟

إن متيورولوجيا الطيران هي فرع علمي تطبيقي يدرس تأثير العوامل المتيورولوجية على سلامة الطائرات والطوّافات وانتظام رحلاتها، بالاضافة إلى دراسة المفعول الاقتصادي لتحليقها. كما أن هذا الفرع التطبيقي يضع الأسس النظرية والأساليب التطبيقية للضمانة المتيورولوجية للطائرات والطوّافات.

وبعبارة أخرى، فإن متيورولوجيا الطيران تبدأ من اختيار مكان الطائرات وتحديد المسافة المطلوبة واتجاه مدرّجات الإقلاع والهبوط في المطارات، وتعالج كذلك بشكل متواصل مجموعة كبيرة من المسائل المتعلقة بحالة البيئة الهوائية التي تحدد شروط التحليق. وتعير متيورولوجيا الطيران اهتماماً بالغاً للمسائل التطبيقية كوضع جداول التحليق، التي ينبغي لها أن تأخذ بالاعتبار حالة الطقس بشكل أفضل، أو محتوى وشكل إرسال المعلومات للطائرات المستعدة للهبوط، والتي تتعلق بمواصفات الطبقة الهوائية القريبة من سطح الأرض. فهذه المواصفات تتميز بأهمية كبيرة بالنسبة لسلامة هبوط الطائرات.

١١ـ٢. إلى أي حدّ ترتبط سلامة الطيران بأحوال الطقس؟

بالاستناد إلى معطيات المنظمة الدولية للطيران المدني ICAO،

فإن الأحوال الجوية الرديئة كانت سبباً في حدوث من ٦٪ إلى ٢٪ من كوارث الطيران على مدى الـ ٢٥ سنة الماضية. وفضلاً عن ذلك، فقد كانت هذه الأحوال الجوية سبباً غير مباشر في ما يقارب الـ ٣٠٪ من الكوارث الجوية. إذن، فالأحوال الجوية الرديئة، كانت سبباً في وقوع ثلث مجموع عدد الكوارث الجوية التي حدثت حتى اليوم.

١١ ـ ٣. كيف تؤثر الأحوال الجوية على انتظام حركة الطيران؟

بالاستناد إلى معطيات المنظمة الدولية للطيران المدني ICAO، فإن الإخلال بجداول رحلات الطيران، بسبب الأحوال الجوية وبالنسبة لفصول السنة ومناخ مناطق الإقلاع والهبوط، كان قد شكّل نسبةً تراوح بين واحد وخمسة بالمئة من مجمل حالات انقطاع الرحلات الجوية في السنوات العشر الأخيرة. ويتبيّن من خلال الإحصاءات التي أجريت في السنوات الأخيرة، أن عدم توفر الأحوال الجوية المطلوبة في مرافىء الهبوط الجوية يتسبب في ٦٠٪ من أسباب إلغاء الرحلات المقررة وفي تأخير مواعيد الإقلاع والهبوط. وبالطبع، فإنّ هذا الرقم هو وسطي، وقد لا يتطابق مع الحالة الطبيعية في بعض الأشهر أو الفصول أو في بعض المناطق الجغرافية.

١١ ـ ٤. ما هي الأحوال الجوية التي تعرقل الملاحة الجوية؟

قبل كل شيء، هناك ما يسمّى بالحدّ الأدنى للطقس ويشتمل على مدى الرؤية وارتفاع الحد الأسفل للغيوم وسرعة الرياح واتجاهها. فهذه الشروط يتم تلقينها لملاحي أنواع الطائرات ولمختلف المرافىء الجوية كافة، وذلك بما يتناسب مع مواصفات المنطقة الجغرافية والمعدات التقنية للمطارات، لأنه يُحظر تماماً القيام برحلات جوية في ظروف لا تتناسب مع الشروط المتوجب اتباعها. وفضلاً عن ذلك، فهناك العديد من الظروف المتيورولوجية الأخرى الخطرة التي تعرقل وتحدّ من القيام بالرحلات الجوية (انظر الفصلين ٤ و٥)، ومنها: حركة الهواء الاضطرابية، العواصف الرعدية، البَرَد، تكوّن الجليد على هيكل الطائرة، العواصف الغبارية والرملية، الزعازع والأعاصير، الضباب،

الشحنات الثلجية والعواصف الثلجية، الأمطار الغزيرة المتواصلة وحالة التردي المفاجىء في الرؤية.

من جهة ثانية، يجدر التذكير بخطورة شحنات الكهرباء الستاتيكية داخل الغيوم، وبخطورة هطول الأمطار وتكوّن الغطاء الجليدي على مدرّجات الإقلاع والهبوط، وبخطورة التغيّرات الغادرة في اتجاه الرياح بالطبقة السفلى فوق منطقة المطار، والتي تسمّى بالانتقال العمودي للرياح (انظر ٢١ـ ٨).

١١ـ ٥. ما هو الحدّ الأدنى الضروري في حالة الطقس لسلامة هبوط الطائرات؟

من بين الحدود الدنيا المتعددة والتي تم إقرارها بالنسبة لكفاءة الطيارين ولمعدّات المطارات والطائرات ولمنطقة جغرافية معيّنة، نستطيع إبراز ثلاث فئات من الحدود الدنيا التي أقرتها المنظمة الدولية للطيران المدني ICAO حسب ارتفاع الغيوم ومدى الرؤية في المطارات:

الفئة الأولى: لا يقل مدى الرؤية عن ٨٠٠ متر وارتفاع الغيوم عن ٦٠ متراً.

الفئة الثانية: لا يقل مدى الرؤية عن ٤٠٠ متر وارتفاع الغيوم عن ٣٠ متراً.

الفئة الثالثة: لا يقل مدى الرؤية عن ٢٠٠ متر وارتفاع الغيوم دون تحديد.

١١ـ ٦. هل ثمة اختلاف بين حدود الطقس الدنيا للطائرات الخارقة جدار الصوت وحدوده للطائرات العادية؟

من حيث المبدأ، ليس ثمة أي اختلاف أساسي، لأن الطائرات الخارقة جدار الصوت تقوم بالإقلاع والهبوط بالسرعة نفسها التي تقوم بها الطائرات العادية. أما نُظُمُ خرق جدار الصوت، فإنها تستخدم في ارتفاعات عالية فقط وفي طبقة الستراتوسفير كقاعدة أساسية، ولا

تستخدم عند الانخفاض تحضيراً للهبوط أو مباشرةً عند الإقلاع أو عندما تبدأ الطائرة بالارتفاع. غير أن الطائرات التي تفوق سرعتها سرعة الصوت تتأثر تأثراً بالغاً بنظام درجات الحرارة. وفي حال ارتفاع درجة حرارة الهواء عن درجة الحرارة المقدّرة في حساب نظام عمل هذه الطائرات، تستهلك المحرّكات كميات أكبر من الوقود، مما لا يتوافق مع وجهة النظر الاقتصادية لقيام هذه الطائرات برحلات جوية.

١١ـ٧. ما هي الأحوال الجوية التي تعتبر صعبةً بالنسبة للملاحة الجوية؟

إنّ الأحوال الجوية التي تعتبر عسيرةً على الملاحة الجوية في الاتحاد السوفياتي، تقيداً بالقواعد المعمول بها، هي: ارتفاع الغيوم على ٢٠٠ متر وما دون ذلك، مدى الرؤية ٢ كلم وما دون ذلك، بالإضافة إلى وجود ظاهرة أو أكثر من الظواهر المتيورولوجية الخطيرة على الرحلات الجوية.

إنّ معدّلات الأحوال الجوية الصعبة لا تنطبق على جميع الطواقم والطائرات. فهناك قسم من طواقم الملاحين الذين يُسمح لهم بالقيام برحلات جوية حتى في ظل ظروف جوية رديئة للغاية. وعلى وجه الخصوص، فالملاحون الذين يعملون حسب الحدّ الأدنى للمنظمة الدولية للطيران المدني وحسب الفئات الثلاث المذكورة آنفاً، يستطيعون القيام برحلات جوية في ظروف جوية رديئة، وذلك في حال عدم وجود الظواهر المتيورولوجية الخطيرة التي من شأنها أن تعرقل الملاحة الجوية.

أما فيما يختص بالطيران الحربي، فإنّ القيود المتعلقة بالأحوال الجوية الصعبة هي أقل صرامةً من غيرها. وعلى سبيل الذكر، فإنه يوجد نوع من الطائرات يسمى «طائرات لعموم حالات الطقس» مِجهّز للقيام برحلات جوية في ظروف الطقس الصعبة كافة. غير أن لهذه الطائرات أيضاً قيوداً وتحديدات بالنسبة لحالة الطقس، ولا توجد حتى

الآن من الناحية العملية، استقلالية تامة للملاحة الجوية عن أحوال الطقس.

إذن، فالأحوال الجوية الصعبة هي مفهوم نسبـي، ترتبط معادلاته وقواعده بكفاءة طاقم الطيّارين وبالتجهيز التقني للطائرات ومعدات المرافىء الجوية.

١١ـ٨. ماذا يعني انتقال الرياح، وكيف يؤثر في تحليق الطائرات والطوّافات؟

إنّ انتقال الرياح هو تغيّر في موجّه Vecteur الرياح (سرعة الرياح واتجاهها) بالنسبة إلى وحدة المسافة. وهناك نوعان لانتقال الرياح: الانتقال العمودي والانتقال الأفقي. فالانتقال العمودي هو التغيّر في موجّه الرياح $\frac{\text{أمتار}}{\text{ثانية}}$ على ارتفاع ثلاثين متراً. وحسب اتجاه تغيّر الرياح بالنسبة لحركة الطائرة يكون الانتقال العمودي طولياً (مجابهاً أي إيجابياً ومعاكساً أي سلبيـاً) أو جانبيـاً (يميناً أو يساراً). أما الانتقال الأفقي للرياح فيتم قياسه بالأمتار في الثانية على مسافة مئة كيلومتر. أمتار ثانية

إنّ انتقال الرياح يعتبر مؤشراً على عدم الاستقرار في حالة الأتموسفير، وقد يؤدي ذلك إلى إحداث زحزحة في تحليق الطائرة وإلى تشكيل عقبة في طريق الملاحة، حتى في بعض الحالات من الارتفاع الذي يهدّد مقداره سلامة الملاحة الجوية. فضلاً عن ذلك، فإنّ الانتقال العمودي للرياح يؤثر في دقة هبوط الطائرة، وإذا لم يستطع الطيّار صدّ هذا التأثير بعمل المحرّك أو المقود، فعند اختراق الطائرة المنخفضة لخط انتقال الرياح (من الطبقة العليا بمقياس معيّن للرياح إلى الطبقة السفلى ذات مقياس مختلف للرياح)، تخرج الطائرة عن مسار انخفاضها الأساسي كنتيجة لتغيّر سرعتها الهوائية وقوتها الرافعة وتهبط في نقطة غير منظور بها على محور المدرج، إما على يمين النقطة الأساسية وإما على يسارها أو أبعد من ذلك أو أقرب.

١١ـ٩. كيف يتحدد انتقال الرياح وقياسه؟

يعتبر تحديد انتقال الرياح العمودي في منطقة المطار واحدةً من

المسائل الصعبة في متيورولوجيا الطيران، إذ أن الوسائل التقنية الاعتيادية لقياس سرعة الرياح على ارتفاعات عالية لا تصلح لهذا الغرض بسبب الأخطاء التي تحدثها هذه الوسائل. ويستثنى من هذه الوسائل تلك الأبراج التي تُقام في المطارات وتحمل أجهزةً دقيقة لقياس الرياح، وذلك يعود إلى اعتبارات تخص سلامة الطيران. أما الأجهزة التي يجري تثبيتها داخل الطائرة، فإنها تستطيع فقط التحديد النوعي لوجود انتقال الرياح على مزلقة الانخفاض دون التوصل إلى التحديد الكمّي الدقيق. ففي سبيل إجراء الحسابات الدقيقة لانتقال الرياح العمودي، تستخدم علاقات بيانية مرسومة تم التوصل إليها بنتيجة الاختبارات التي أجريت بين سرعة الرياح واتجاهها على مستويات مختلفة من ظروف مطار معيّن.

١١ـ ١٠. ما هي خطورة تكوّن الغطاء الجليدي على هيكل الطائرة؟

يتم تكوّن الغطاء الجليدي على هيكل الطائرة بصورة كاملة أو على أجزاء مختلفة من الهيكل، وعلى فتحات الدخول لبعض الأجهزة، في غالب الأحيان، عند التحليق عبر الغيوم، أو عند هطول الأمطار حينما تتجمد قطرات الماء المبرّدة المتساقطة عند احتكاكها بهيكل الطائرة. وهناك حالات نادرة جداً يتكوّن الغطاء الجليدي فيها أو تتكوَّن حبيبات الثلج على هيكل الطائرة دون وجود الغيوم ودون تساقط الثلوج والأمطار. فهذه الظاهرة تحدث عندما يكون الهواء الخارجي رطباً وأكثر دفئاً من السطح الخارجي للطائرة.

وبالنسبة إلى الطائرات الحديثة، فإنّ تكوّن الغطاء الجليدي على هيكل الطائرة لا يشكل خطورةً كبرى، لأنّ هذه الطائرات مجهزة بوسائل مضادة للجليد (التسخين الكهربائي للأماكن المحزوزة، إزالة الجليد بواسطة الشق الميكانيكي، الحماية الكيميائية لسطح الطائرة). فضلاً من ذلك، فإنّ السطوح الأمامية للطائرات تتسخن بفعل فرملة وانقباض التيار الكهربائي الذي ينساب على الطائرة، وذلك عند تحليقها بسرعة تفوق الـ٦٠٠ كلم في الساعة. وقد أطلقت على هذه العملية تسمية التسخين

الحركي Cinétique لأجزاء الطائرة، مما يؤدي إلى بقاء درجة حرارة سطح الطائرة فوق درجة تجمد الماء عند تحليقها في الغيوم التي تتميز بانخفاض كبير في درجة الحرارة. إلاّ أن تكوّن الغطاء الجليدي الناشط على سطح الطائرة يشكل خطراً حقيقياً حتى على الطائرات الحديثة، وذلك عند التحليق الاضطراري لمدة طويلة داخل الغيوم التي تحتوي على نسبة كثيفة من الماء وعند تساقط المياه المبرّدة على هيكل الطائرة.

إذن، فتكوّن الجليد على هيكل الطائرة ومؤخرتها يخلّ بمزاياها الدينامية الهوائية، لأنه يسبب في تحريف انسياب التيار الهوائي نحو سطح الطائرة، وهذا ما يفقد الطائرة ثباتها أثناء التحليق ويخفض من القدرة على قيادتها. أما الجليد الذي يتراكم على فتحات الدخول لمجمّع الهواء في المحرك، فإنه يؤدي إلى تخفيف قدرة هذا المجمّع على سحب الهواء وإلى تحريف مؤشرات أجهزة السرعة الهوائية المثبّتة إلى جهاز التقاط الضغط الهوائي.

إنّ ذلك كله يشكل خطراً كبيراً على سلامة الطائرة، إذا لم يتم استخدام الأجهزة الحديثة المضادة للجليد. بالاستناد إلى معلومات المنظمة الدولية للطيران المدني ICAO، فإنّ حوادث الطائرات بسبب تراكم الجليد على هيكلها تشكل نسبة ٧٪ من مجموع الحوادث العامة في الملاحة الجوية، المتعلقة برداءة الأحوال الجوية.

١١ـ ١١. هل ثمة جيوب هوائية؟

لا توجد في الهواء على الإطلاق أجزاء فراغية أو جيوب هوائية، لكن الاختراقات العمودية في التيار الهوائي المضطرب والمنتفض تتسبب في وثبات للطائرة وتعطي انطباعاً يوحي بأن الطائرة تسقط في الفراغ. فهذه الاختراقات هي التي ولّدت بالذات مصطلح الجيوب الهوائية، الذي لا يُعمل به في أيامنا الحاضرة.

أما زحزحة الطائرة ووثباتها فهي تتعلق بحركة الهواء الاضطرابية، وتتسبب بشعور مزعج لدى الركاب وطاقم الطائرة، وتعيق حركة

الطيران، وعند الاشتداد المفاجىء في فعاليتها تشكل خطراً على سلامة الملاحة الجوية.

١١ـ١٢. ما هو الحد الأدنى لارتفاع تحليق الطائرة (سقف التحليق)؟

إنّ «سقف» التحليق هو الارتفاع الأقصى لتحليق الطائرة في نظام طيران معيّن، وهو يتعلق بتصميم الطائرة المعدّ لظروف معيّنة في الغلاف الجوي.

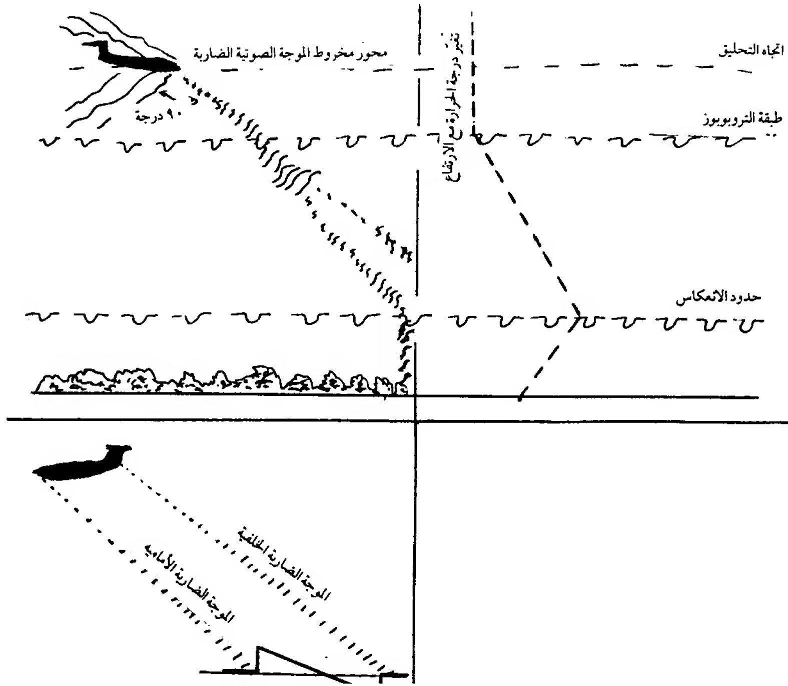
تتميز محركات الطائرة عند تحليقها الأفقي باحتياطي معيّن من الطاقة يسمّى بفائض الجرّ، الذي تأخذ الطائرة عند استخدامه بالارتفاع، أي أنها تتميّز بسرعة عمودية عند التحليق. أما «السقف» أو الارتفاع الأقصى للطائرة من الناحية النظرية، فهو الارتفاع الذي ينضب عنده ذلك الفائض في الجرّ أو احتياطي الطاقة، وتصبح السرعة العمودية عنده مساويةً للصفر.

غير أن ثبات الطائرة يصبح غير كافٍ عند هذا الارتفاع، كما وتصبح القدرة على قيادتها غير كافية أيضاً. ومن أجل ضمان سلامة الطيران ينبغي استخدام «السقف» العملي للتحليق أو بعبارة أخرى الحدّ الأقصى المسموح به لتحليق الطائرة، والذي تساوي عنده السرعة القصوى للطائرات النفاثة خمسة أمتار في الثانية، وللطائرات المكبسية ٠,٥ متر في الثانية.

١١ـ١٣. ما هو جدار الصوت، الذي ينتج عن تحليق الطائرات بسرعة تفوق سرعة الصوت؟

تقوم الطائرات التي تفوق سرعتها سرعة الصوت، وكأي جسم صلب آخر، بالاحتكاك بجزيئات الهواء مولّدةً موجات صوتية. ويتكوّن خلف الطائرة ما يسمّى بالمخروط الانتفاضي الذي يشكل جبهة من الموجات التصادمية، التي تعتبر حدوداً بين الفراغات المضطربة وغير المضطربة، حيث تظهر قفزة التكثيف أي التغيّر المفاجىء في مقادير

الضغط الجوي والكثافة ودرجة حرارة الهواء. وعند بلوغ هذه الموجات الصوتية التصادمية سطح الأرض تسبب تقلّباً سريعاً في الضغط ـ جدار الصوت الذي يذكر بصوت القصف المدفعي.



طبيعة الموجة الضاربة للطائرة المحلقة فوق سرعة الصوت

إنّ قوة جدار الصوت ترتبط بعوامل عديدة منها: ارتفاع التحليق ونظامه وسرعته، التي تتحدد من خلال تصميم الطائرة وكتلتها وكذلك من خلال حالة الأتموسفير (توزّع درجات الحرارة على ارتفاعات مختلفة، رطوبة الهواء وسرعة الرياح). ويبلغ جدار الصوت قوته القصوى عند الانتقال من نظام تحليق ما دون سرعة الصوت إلى نظام آخر ما فوق سرعة الصوت وبالعكس، أي عند التغيّر المفاجىء في سرعة التحليق عندما تخترق الطائرة الجدار الصوتي. وفي بعض الحالات، تكون قوة اختراق الحاجز الصوتي كبيرةً جداً بحيث أنها تسبب إحساساً بالمرض لدى الإنسان والحيوان. كما وأنها تستطيع تهديم

الأبنية غير المتينة وتحطيم الزجاج في المنازل وغير ذلك، ومن أجل تفادي ذلك، ينبغي للطيارين اختراق الحاجز الصوتي (جدار الصوت) فوق المناطق غير المأهولة بالسكان، أو على ارتفاع آمن ومحسوب بدقة لكل حالة من حالات اختراق الحاجز الصوتي.

١١ـ ١٤. لماذا يُدرَّس علم المناخ للطيران؟

إنّ علم المناخ للطيران climatologie d'aviation هو علم تطبيقي يدرس تأثير العوامل المناخية على تقنية الطيران والملاحة الجوية. وفي السنوات الأخيرة، جرى عملياً تحديد اتجاهين أساسيين في علم المناخ للطيران هما:

١) وضع الطرق الحسابية للمؤشرات المناخية المتعلقة بالطيران، والتي تختص بشروط الملاحة الجوية وأخذها بالاعتبار عند تصميم المرافىء الجوية واستثمارها.

٢) دراسة ووصف مناخ مختلف مناطق الكرة الأرضية تطبيقاً لأهمية الأرصاد الجوية في المطارات.

لقد أصبح الإهتمام بخصائص المناخ أمراً ضرورياً ليس عند بناء المطارات وشق المدرّجات وإعداد تقنية الطيران الحديثة ومعدات المرافىء الجوية فحسب، وإنما عند وضع جداول الرحلات الجوية. أما الأطالس الخاصة بالملاحة الجوية ووصف المطارات ومراكزها ومدرّجاتها، فيتم وضعها توافقاً مع طرق علم المناخ للطيران ومقتضياته. فهذه المقتضيات هي أساس جميع برامج الإعداد على الحواسيب الألكترونية للمعطيات المناخية حسب معلومات الأرصاد الجوية في المطارات.

١١ـ ١٥. كيف يؤثر الطقس على الملاحة البحرية؟

ترتبط الملاحط البحرية بالأحوال الجوية من قديم الزمان. فالعناصر المتيورولوجية البالغة الأهمية التي كانت باستمرار تحدّد شروط الملاحة البحرية هي: الرياح وحركة الأمواج الناجمة عنها، ومدى الرؤية

الأفقي وعوامل تردي الرؤية (الضباب، الأمطار) وحالة السماء (الغيوم، سطوع الشمس، الرؤية الواضحة للنجوم والشمس والقمر). فضلاً عن ذلك، فإنّ البحارين يهتمون كغيرهم من الناس، بدرجة حرارة الهواء، والماء ووجود الجليد البحري على خطوط العرض العليا، وكذلك بوجود الجبال الجليدية المتسرّبة نحو خطوط العرض المعتدلة.

أما معلومات الرصد عن ظواهر العواصف الرعدية والسحب الركامية الممطرة والمشحونة بالأعاصير والزعازع المائية العنيفة التي تشكل خطراً على السفن، فإنها لا تلعب دوراً هاماً في تقييم شروط الملاحة البحرية.

وعلى خطوط العرض السفلى، ترتبط الملاحة البحرية بالخطورة التي تحملها المنخفضات الجوية المدارية وعواصف التايفون وعواصف النوّ. فالطقس بالنسبة للبحارة يمثل قبل كل شيء عاملاً أولياً يحدد سلامة الملاحة، أما العامل الثاني فهو العامل الاقتصادي، بينما يكمن العامل الأخير في توفّر الراحة لدى الناس وشعورهم بالصحة الجيّدة.

١١ـ١٦. كيف تُستخدم المعلومات عن الأحوال الجوية في الملاحة البحرية؟

إن المعلومات عن أحوال الطقس كالنشرات الجوية المحتوية على معلومات عن حركة الرياح ووضع المنخفضات الجوية (على خطوط العرض السفلى وخارج المناطق المدارية) التي تسبب أعاصير بحرية، تتميّز بأهمية بالغة بالنسبة للملاحة البحرية عند رسم خطوط السير البحرية التي تؤمن ملاحةً أكثر سرعةً وذات مفعول اقتصادي دون مغامرة السفن، كما تؤمن السلامة القصوى للركاب والقباطنة. فالمعلومات المناخية التي تم تجميعها عبر سنوات عديدة، تخدم أساساً لرسم الخطوط التجارية البحرية التي تربط قارات عديدة، كما تُستخدم عند وضع جداول ملاحة سفن النقل وبواخر الشحن. إذاً، ينبغي الأخذ بالاعتبار ظروف الأحوال الجوية عند تنظيم صيد الأسماك والرحلات السياحية البحرية والرياضة البحرية، وعند تنظيم أعمال الشحن والتفريغ

(بالنسبة للبضائع التي تتأثر بالأحوال الجوية كالشاي والخشب والفاكهة).

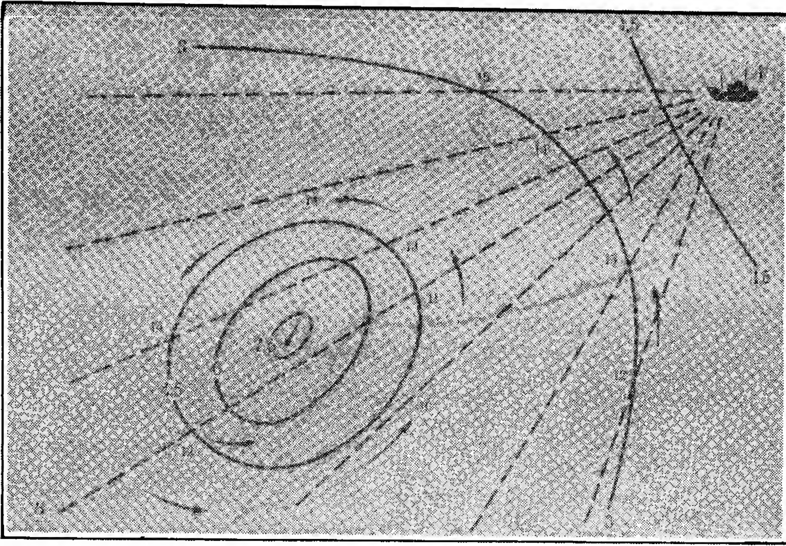
١١ـ١٧. ما هي خطورة تكوّن الجليد على السفن؟

إنّ تكوّن الجليد على جوانب السفن هو في الحقيقة مأساة الملاحة البحرية على خطوط العرض العليا وخطوط العرض المعتدلة عند درجات حرارة سالبة، وخصوصاً عند اشتداد الرياح والتموّج الهائل في البحار وعند تواجد الرذاذ في الهواء. فالخطورة الأساسية في تكوّن الجليد تكمن في ارتفاع مركز ثقل السفينة بسبب تراكم الجليد على القسم الغاطس في الماء. ومن شأن ذلك أن يفقد السفينة ثباتها وينذر بخطر انقلابها رأساً على عقب.

من جهة ثانية، فعند عملية تجمّد الرذاذ المبرّد جداً على بواخر صيد الأسماك شمالي الأطلسي، تبلغ سرعة تراكم الجليد ٠,٥٤ طن في الساعة، وهذا يعني أن البواخر لا بد أن تنقلب رأساً على عقب في حال ملاحتها ضمن فترة زمنية تراوح بين ثماني وعشر ساعات من التجمّد الشديد. وعند تساقط الثلوج ووجود الضباب المبرّد، تنخفض سرعة تراكم الجليد إلى ٠,١٩ و٠,٢٢ طن في الساعة. ويشكل تراكم الجليد على السفن خطورة كبرى عندما تكون السفينة موجودةً مسبقاً في البحار تحت درجة حرارة سالبة جداً.

١١ـ١٨. كيف تؤثر الرياح على حركة السفن؟

بالاستناد إلى معطيات الأبحاث التي أجريت في الخمسينات والستينات، فإنّ الرياح المؤاتية تزيد من سرعة السفينة بنسبة ١٪ تقريباً، بينما تخفف الرياح المعاكسة لحركة السفينة من سرعتها بنسبة تراوح بين ٣ و ١٣٪ حسب حجم السفينة وحمولتها. أما الأمواج التي تسببها الرياح، فإنها تبدي تأثيراً كبيراً على حركة السفن. فسرعة السفينة في هذه الحالة هي عبارة عن دالة إهليلجية fonction elliptique لارتفاع الأمواج واتجاهها، وتظهر هذه العلاقة على الرسم الموضح أدناه. فعند ارتفاع الأمواج فوق الأربعة أمتار، يضطر قبطان السفينة إلى تخفيف



تأثير ارتفاع الموجات في المنخفض الجوي على سرعة السفينة المتحركة من نقطةA

سرعتها أو تغيير اتجاه الملاحة. وعند اشتداد حركة الأمواج وارتفاعها، تزداد، وبشكل كبير، المدة الزمنية للملاحة واستهلاك الوقود وخطورة إتلاف البضائع. لذلك، يضطر القبطان إلى تحويل مسار السفينة عن مناطق عرقلة الملاحة على أساس المعلومات المتيورولوجية.

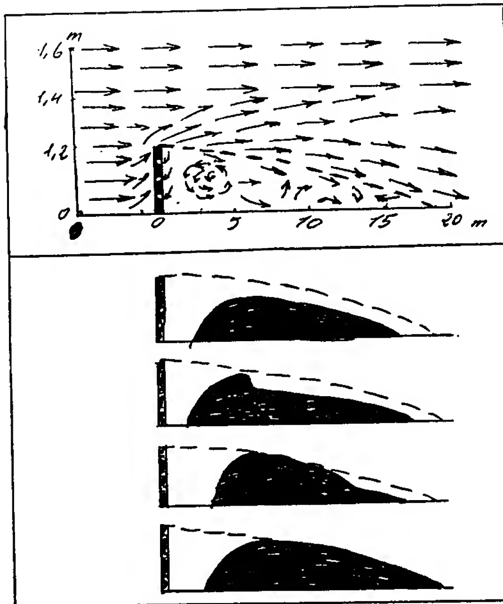
١١ـ١٩. ما أهمية العلاقة بين المواصلات البحرية والأحوال الجوية؟

إن الحواجز الثلجية والأغطية الجليدية على الطرقات، والأمطار الغزيرة، والفيضانات، والرياح العنيفة، وتردي الرؤية بسبب الأمطار والضباب، تعرقل جميعها حركة السيارات والقطارات والدراجات العادية والنارية. والجدير بالذكر أن أنواع المواصلات المكشوفة هي أكثر حساسية بتردي الأحوال الجوية بنسبة مرّتين عن أنواع المواصلات البرية المحجوبة. فازدحام السيارات على الطرقات يخفّ في الأيام التي يتخللها ضباب وأمطار غزيرة بنسبة تراوح بين ٢٥ و ٥٠٪ بالمقارنة مع الأيام العادية. وعلى وجه الخصوص، فإنّ عدد السيارات الخاصة ينخفض على الطرقات في الأيام الممطرة والمثلجة، ولهذا السبب

يصعب علينا إيجاد علاقة كمية دقيقة بين الأحوال الجوية وحوادث السير على الطرقات، مع أنها موجودة بلا شك. وبصرف النظر عن انخفاض عدد السيارات في الطقس الرديء، فإن عدد حوادث السير على الطرقات يزداد بنسبة ٢٥٪ بسبب الأغطية الجليدية، بالمقارنة مع الطقس الجاف. أما صعوبة حركة السير شتاءً في المناطق المعتدلة، فإنها ترتبط بتساقط الثلوج. فسلامة حركة السير تتطلب إزالة العوائق الثلجية وبناء السواتر الوقائية على الطرقات الجبلية تفادياً انزلاق الثلوج نحو الطرقات.

١١ـ ٢٠. ما هو سبيل الوقاية من الثلوج بواسطة السواتر؟

إن الساتر المبني عمودياً ومتعامداً مع اتجاه الهواء المصحوب بالثلوج، يكوّن منطقة من الحركة الاضطرابية الناشطة للهواء (انظر الرسم). فضمن حدود هذه المنطقة يجري تراكم الثلوج بارتفاع هذا الساتر، وبطول يساوي طول الساتر الذي يبلغ خمس عشرة مرة ارتفاع الساتر، وذلك حسب التجارب العلمية التي أجريت. والجدير بالذكر أن شكل هذه التلة الثلجية يشبه شكل السمكة.



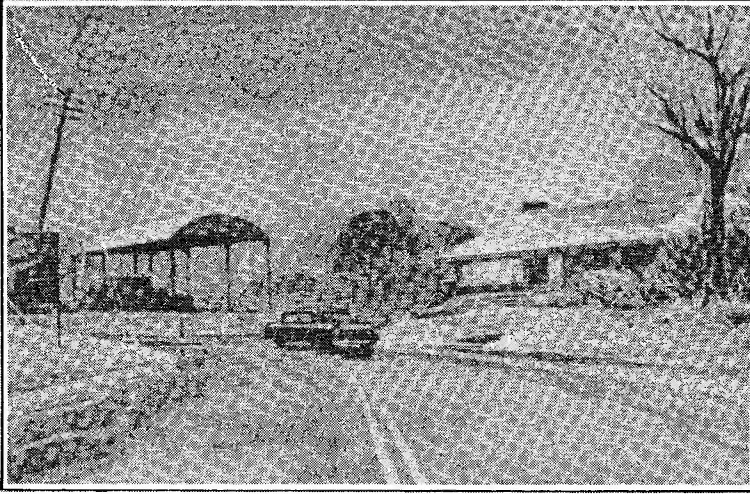
تراكم الثلوج خلف الساتر العامودي

١١ـ٢١. هل يمكننا أن نتوقّع تكوّن غطاء جليدي على الطرقات بالاستناد إلى درجة الحرارة؟

إنّ تكوّن الغطاء أو القشرة الجليدية على الطرقات ليس نتيجةً لتغيّر نظام درجات الحرارة فحسب، بل يرتبط أيضاً بالرطوبة وتساقط الأمطار على شكل حبيبات ثلجية مبرّدة تتساقط على سطح مبرّد مسبقاً. لذلك، فمن الخطأ استنتاج حدوث غطاء جليدي بالاستناد إلى درجات حرارة الهواء فقط. غير أن مؤشر درجات الحرارة يبقى هاماً جداً للدلالة على خطورة تكوّن الجليد على الطرقات: يحدث أن تكون درجة الحرارة الدنيا لسطح الطرقات أقل بثلاث درجات من درجة حرارة الهواء الدنيا.

١١ـ٢٢. ما مدى فعاليّة استخدام الأملاح في تذويب الثلوج على الطرقات؟

إنّ نثر الأملاح على الطرقات والأرصفة يحول فعلياً دون تكوّن



القشرة الجليدية، إذ أن مزيج الأملاح والثلوج يبقى كتلة غير متجمدة تحت درجة حرارة ثماني درجات مئوية تحت الصفر. ويذكر أن عملية تذويب الجليد بواسطة الأملاح يمكن أن تتم حتى درجة حرارة ٢٠ درجة

مئوية تحت الصفر، بالرغم من أن عملية التذويب تصبح أقل فعاليةً من تلك التي تتم عند درجة حرارة قريبة من الصفر.

أما تنظيف الطرقات من الثلوج والجليد، فإنه يتم عملياً بواسطة الأملاح بشكل فعال في حالة واحدة فقط وهي عندما يبلغ الغطاء الجليدي خمسة سنتيمترات من السماكة. إلاّ أن استخدام الأملاح في تنظيف الطرقات من الثلوج والجليد يترك وراءه تأثيراً سلبياً، وهو أن الأملاح تسبب تآكلاً في السيارات وتلوّثاً في الأحواض المائية بمادة الكلور، كما أنها تعمل على التكثيف الزائد للصوديوم في النباتات المجاورة للطرقات. لذلك، فإن استخدام الأملاح في مكافحة الجليد والثلوج محظّر في بعض المدن.

١١ـ٢٣. ما هي ميزات تأثير الطقس على حركة القطارات؟

إنّ تقلبات درجة الحرارة في فصل الشتاء من شأنها أن تتسبب في تكوّن الجليد على خطوط السكك الحديدية وخطوط الاتصالات الكهربائية (التي تعمل القطارات الكهربائية بواسطتها)، وعلى عربات القطارات عند توقفها على خطوط إحتياطية. فهذه الميزة لتأثير الأحوال الجوية الرديئة في حركة مواصلات السكك الحديدية، تتطلب استعانة تامة بأجهزة تقنية خاصة واستهلاك مصاريف إضافية بنسبة تراوح بين ١ و ٢٪ من قيمة المصاريف الاستهلاكية لعربات وخطوط السكك الحديدية. وبشكل عام، فمواصلات السكك الحديدية تتميّز بقلّة تأثرها بالأحوال الجوية. بالمقارنة مع أنواع المواصلات الأخرى. لكن السكك الحديدية ليست مضمونة السلامة من الكوارث من جراء الشذوذ في حالة الطقس، كما هي الحال بالنسبة لمجالات الاقتصاد الوطني الأخرى. فالأعاصير العنيفة والفيضانات والانهيارات والسيول وتساقط الثلوج الكثيف، تسبب جميعها تدميراً وتخريباً في خطوط السكك الحديدية مثل الطرقات، كما أن الجليد المتكوّن على الخطوط الكهربائية للقطارات الكهربائية السريعة من شأنه أن يقطع هذه الخطوط مثلما يقطع خطوط الاتصالات الكهربائية والهاتفية الأخرى.

الفصل الثاني عشر
الطقس والزراعة



الفصل الثاني عشر

الطقس والزراعة

ربما لا يوجد ميدان آخر من ميادين النشاط الإنساني أكثر ارتباطاً بالأحوال الجوية مثل الزراعة. وإذا كان اتساع رقع الأراضي الزراعية على الكرة الأرضية وأنواع المنتجات الزراعية تتحدد بالمناخ إلى حد كبير، فإن المحاصيل الزراعية وإنتاجية المؤسسات الزراعية ترتبط إلى حد كبير بظروف الطقس في سنة معينة. فارتباط الانتاج الزراعي بظروف الطقس معقد للغاية، لأنه لا توجد على الإطلاق ظروف ملائمة بشكل أفضل ومتساوٍ لجميع أنواع المنتجات الزراعية، وحتى لتلك الأنواع التي تنمو في منطقة معينة واحدة. وفي بعض الأحيان، تبدو الظروف الملائمة لميدان زراعي معين غير ملائمة لميدان آخر أو منتجات زراعية أخرى. فمن وجهة النظر هذه يكتسب توجيه الانتاج الزراعي نحو تطوير هذه الميادين وتحسين استنبات منتوجاتها، أهمية كبرى في تعويض الخسائر في بعض السنوات غير الملائمة لبعض أنواع هذه المنتجات الزراعية. وفي هذا الإطار، يعتقد الأخصائيون في هذا المجال بعدم جدوى استنبات أصناف عديدة من المنتوجات الزراعية في منطقة واحدة. ولكن مهما كلّف الأمر، فمن الخطأ عدم الأخذ بالاعتبار خصائص المناخ في كل منطقة جغرافية وتقلبات الأحوال الجوية، التي تؤثر بشكل مباشر في إنتاجية المحاصيل الزراعية.

١٢ـ١. بأي مقدار من الظروف الجوية يتعلّق المحصول الزراعي في بادىء الأمر؟

بما أن المحصول الزراعي يتحدد بأحوال الطقس بصورة تامة، أي

بمجموعة كاملة من الظواهر والمقادير المتيورولوجية التي تؤثر على نمو النباتات ونضوجها، فإن المقادير الأساسية الحاسمة تقسم إلى أنواع ثلاثة: درجة حرارة الهواء، والأمطار، والأشعة الشمسية. ومن أهم العوامل الجوية التي تحسّن إنتاجية المحاصيل الزراعية في مناطق معتدلة عديدة، وخصوصاً على خطوط العرض السفلى، هي كمية الأمطار المتساقطة في فترة نمو النباتات وفي مرحلة نمو البذور على سبيل المثال.

١٢ـ٢. كيف تؤثر الأمطار في إنتاجية المحاصيل الزراعية؟

إنّ العلاقة بين عدد كبير من المزروعات وبين كمية الأمطار ومواعيد هطولها تبرز بشكل ملموس في المناطق القليلة الرطوبة، وتنعكس هذه العلاقة بشكل خاص على المزروعات غير القادرة على تحمّل الجفاف. فنموّ الحبوب يحتاج إلى اختزان كبير للرطوبة في التربة على حساب الأمطار المتساقطة في الفترة التي تسبق نثر البذور، وكذلك في النصف الأول من فصل الصيف عندما تنمو المزروعات بشكل ناشط.

ففي الحزام الأوسط للمنطقة الأوروبية بالاتحاد السوفياتي تزداد مساهمة الأمطار في إنتاجية المحاصيل الزراعية ابتداءً من المنطقة الشمالية الغربية باتجاه المنطقة الجنوبية الشرقية، وتشكل زيادة المحصول الزراعي للذرة على حساب توزع الأمطار المتناسب في فترة نمو المزروعات، وحسب أنواع التربة والأسمدة والبذور، نسبةً تراوح بين ٢ و٩ سنتار في الهكتار الواحد (سنتار = مائة كيلو غرام). بينما يزداد محصول الشمندر في جمهورية أوكرانيا السوفياتية في سنوات التساقط الكافي للأمطار (٤٥٣ملم)، بنسبة ٢٢٠ سنتار في الهكتار الواحد عن بقية السنوات التي تفتقر فيها التربة إلى كمية الأمطار المطلوبة (٢٢٠ملم) في الفترة نفسها اللازمة لنمو المزروعات. أما في المناطق شبه الصحراوية بالولايات المتحدة الأميركية، فإن محصول القمح يرتبط بنسبة تراوح بين ٣٦ و ٨٠٪ بكمية الأمطار المتساقطة، وتراوح هذه النسبة في سهول تكساس بين ٥٥ و ٦٦٪، وفي مناطق ساسكا تشيفان

بكندا بين ٣٦ و ٦٢٪. أما في الهند وفي إسرائيل، فإن الأمطار تحدّد ما يقارب الـ ٧٥٪ من تغيّر محصول القمح.

إذاً، فعند تقييمنا لتأثير الأمطار على إنتاجية المحاصيل الزراعية، ينبغي الأخذ بالاعتبار نظام درجات الحرارة والتبخّر واستيعاب المزروعات للرطوبة.

١٢ـ٣. ما هي خطورة الجفاف على الزراعة؟

الجفاف ظاهرة تتكرر من مرة إلى أخرى في المناطق القليلة الرطوبة، وهي نتيجة النقص الدائم في الأمطار، وتصحب معها عادةً رطوبة منخفضة وارتفاعاً في درجة حرارة الهواء. ويسبب الجفاف نقصاً في احتياط التربة للرطوبة مما يؤدي إلى النمو البطيء أو حتى إلى إتلاف المزروعات. ويرتبط ظهور الجفاف بانحراف دوران Circulation الأتموسفير عندما تسود الكتل الهوائية الجافة والقارية، وعندما تتكون المرتفعات الجوية التي تعرقل انتقال الجبهات الجوية والكتل الهوائية البحرية الرطبة، التي ترتبط بهذه الجبهات الجوية fronts atmosphériques.

من جهة أخرى، لا يتسنى لنا دائماً التنبؤ بهذه الظاهرة واتخاذ التدابير الضرورية لتلافي حدوثها أو التخفيف من الخسارة في المحاصيل الزراعية مما يزيد من خطورة الجفاف. وعلى سبيل المثال، فإن الجفاف يتمكن من القضاء على عشرة بالمئة من المساحات الزراعية في أوستراليا قبل أن يتم تسجيل حدوث هذه الظاهرة. وبسبب الجفاف في هذه القارة، تفوق نسبة الخسارة جميع الخسائر التي تسببها الكوارث الطبيعية كافة، مثل الفيضانات والعواصف الهوجاء وغيرها.

أما في بعض المناطق من العالم، فيتكرر حدوث ظاهرة الجفاف في بعض السنوات بالنسبة نفسها التي تسود فيها ظروف طبيعية في الطقس. وقد تم في السهول الكبرى بالولايات المتحدة الأميركية على مدى مئة سنة تسجيل حدوث ما يراوح بين ١٢ و٤٩ حالة جفاف، تميّزت من ١١ إلى ١٨ حالة منها بقساوة شديدة. وكذلك، فإنّ حدوث

الجفاف يتكرر في مناطق عديدة من الاتحاد السوڤياتي كمنطقة الڤولچا، وتحديداً في جنوبي شرقي القسم الأوروبي للاتحاد السوڤياتي، حيث من المستحيل ضمان المحاصيل الزراعية الثابتة كل سنة دون اللجوء إلى الريّ الاصطناعي.

١٢ـ ٤. كيف نفسّر ظواهر الجفاف القاسي في أفريقيا بالسنوات الأخيرة؟

إنّ سيطرة الجفاف على مساحات شاسعة من قارة أفريقيا إلى الجنوب من الصحراء هي ظاهرة ليست بجديدة، وكانت تتكرر بشكل دوري في القرن الماضي، ولكن الجفاف كان قد تميّز في السبعينات من هذا القرن بقساوة أكبر عن عادته واستمر لمدة زمنية طويلة. ففي عامي ١٩٧٢ و١٩٧٣، اتخذ الجفاف طابعاً كارثياً إذ أن كمية الأمطار انخفضت إلى نصف معدّلها السنوي في أقاليم شاسعة تضم ٢٤ مليون نسمة وتشمل جمهوريات موريتانيا والسنغال ونيجيريا وتشاد وغامبيا والفولتا العليا، حيث قضى الجفاف على غالبية الماشية وعلى أقسام كبيرة من الأراضي الزراعية.

أما في السنوات الأخيرة، فقد تبدّل الوضع إلى حدّ ما، إذ ازدادت نسبة الأمطار المتساقطة في عامي ١٩٧٤ و١٩٧٥، مع أنها لم تكن كافية. وفي عام ١٩٧٦، حدث الجفاف مرة أخرى فانخفضت كمية الأمطار بنسبة ٣٠٪ عن معدّلها العام، بينما استمرت حالة النقص في كمية الأمطار في عامي ١٩٧٧ و١٩٧٨ كما كانت عليه في السنوات السابقة.

وفيما يختص بالتوزيع الجغرافي لهطول الأمطار، فإنه لم يكن متساوياً: لقد تساقطت في السنوات العشر الأخيرة أقل كمية من الأمطار وشكلت نسبة ٥٠٪ من المعدل العام على المناطق شبه الصحراوية على امتداد خط العرض الشمالي ١٨ درجة. إلاّ أنّ كمية الأمطار ازدادت إلى الجنوب من هذه المناطق، وشكلت نسبةً تراوح بين ٧٠ و ٨٠٪ من معدّلها العام في جمهورية غامبيا.

من جهة أخرى، وإلى جانب السبب العام في حدوث الجفاف الذي ينجم عن التقلبات غير الملائمة في الدوران الواسع النطاق للأتموسفير، هناك عامل مؤثر في هذه المناطق تزداد حدّته كل عشر سنوات. فهذا العامل هو الإقفار الصحراوي، أي نشاط الإنسان المضرّ بالطبيعة، وغير الخاضع للرقابة (الإخلال بغطاء الأعشاب الطبيعي في المراعي، وقطع الأشجار وغير ذلك).

١٢ـ٥. ما هي درجة الحرارة الضرورية لنمو النباتات؟

يتكيّف عالم النبات على الكرة الأرضية بنظام درجات حرارة سطح الأرض وطبقة الهواء المجاورة له. فأكثرية النباتات قادرة على النمو تحت درجة حرارة موجبة فقط وضمن مجالات قصيرة نسبياً من تقلباتها، تبلغ ثلاثين درجة مئوية تقريباً. غير أن بعض النباتات على الأرض قادرةٌ على النمو بشكل طبيعي تحت درجة حرارة مرتفعة فوق العادة (تعيش بعض الأعشاب المائية في ينابيع حارة تحت درجة حرارة تجتاز الـ ٩٣ درجة مئوية)، أو درجة حرارة منخفضة جداً (تعيش النباتات في البلدان القطبية تحت درجة حرارة التربة ٣٢ درجة مئوية تحت الصفر، ويتحمّل شربين الداوور في سيبيريا درجة حرارة ٧٠ درجة مئوية تحت الصفر).

أما قدرة سطح النباتات على عكس الأشعة الشمسية فهي مختلفة جداً، وتزداد إلى حدّ كبير، عند خطوط العرض المعتدلة والعالية، حيث تعكس غابات الشوح المظلمة من ٦ إلى ٨٪ فقط من أشعة الشمس، وتمتص كامل الحرارة التي تصلها من الشمس تقريباً. وفي المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية على خطوط العرض السفلى، تعكس النباتات ٣٧٪ من أشعة الشمس حامية نفسها من تسخين الشمس الفائض.

لقد تبين من خلال نتائج الأبحاث العديدة أن درجة الحرارة القصوى لسطح النباتات في الأيام الخالية من الغيوم هي نفسها عند سطح الماء المكشوف، وتساوي تقريباً درجة حرارة الهواء القصوى عندما تكون درجة حرارة التربة العارية أكثر من ذلك بعشرين درجة مئوية.

١٢ـ٦. كيف تؤثر درجة الحرارة في نمو النباتات؟

تعمل الظروف الجوية على تنظيم نشاط عملية التمثيل الضوئي Photosynthese، وبالتالي فهي تؤثر، بشكل مباشر، على نمو النباتات بشكل مباشر. فعملية التمثيل الضوئي تبلغ ذروتها عند درجة حرارة تراوح بين ٢٠ و٢٥ درجة مئوية، وتخف حدّة التمثيل الضوئي بالتساوي عند انخفاض درجة الحرارة وعند ارتفاعها.

أما النمو الأقصى للنباتات فإنه يتم في فترة ارتفاع درجة الحرارة. وعند بلوغ الحرارة درجة ٢٥ مئوية تخفّ سرعة نحو الأكثرية الساحقة من النباتات، وعند بلوغها ٣٠ درجة مئوية تخف سرعة نمو النباتات بشكل مفاجىء. غير أن تأثير درجة الحرارة في نمو النباتات ليس سهلاً كما يتبين: فالنمو الطبيعي لعدد كبير من النباتات تلزمه فترات انخفاض ملحوظ في درجات الحرارة، والتي بدونها تفقد النباتات قدرتها على إعطاء الزهر والثمار، وبالطبع، فإنّ حاجة النباتات للتقلبات الدورية في درجات الحرارة مختلفة جداً، وذلك حسب نوع النبات ومنطقة زراعته.

١٢ـ٧. ما هي العلاقة بين فترة نمو النباتات ونظام درجات حرارة الهواء؟

لقد اتّفق على أن الحد الأدنى لدرجات الحرارة في المناطق المعتدلة هو في أغلب الأحيان ست درجات مئوية، ولذلك فإن فترة نمو النباتات تعتبر تلك الفترة السنوية التي يفوق فيها المعدل اليومي درجة الحرارة ست درجات مئوية. وهناك أيضاً مقاييس أخرى معروفة للفترة الزمنية لنمو النباتات، كالفترة الزمنية بين موجات الصقيع الأخيرة في فصل الربيع والأولى في فصل الخريف. ففي هذه الحالة تختلف الفترة الزمنية لنمو مختلف أنواع المحاصيل الزراعية.

١٢ـ٨. ما مدى الاختلاف بين درجات حرارة الهواء وسطح النباتات؟

يقوم خبراء الأرصاد الجوية بقياس درجة حرارة الهواء عادةً على

ارتفاع مترين عن سطح الأرض. وبالطبع، فإن درجة الحرارة هذه هي أقل من درجة حرارة سطح الأرض دائماً في الفترات الدافئة من السنة. أما الفرق بين درجات حرارة الهواء وبين درجة حرارة سطح الأرض في مناطق الرطوبة المرتفعة، فإنه يبلغ في النهار عشر درجات مئوية وعشرين درجة وحتى ثلاثين درجة في المناطق القليلة الرطوبة. لذلك، فإن الفرق بين مجموع درجات حرارة الهواء فوق العشر درجات مئوية وبين درجات حرارة سطح الأرض في مناطق الرطوبة الكافية، يشكل نحو ٣٠٠ درجة مئوية تقريباً (في المناطق الشمالية من الاتحاد السوڤياتي: لينينغراد ومورمنسك) و٧٠٠ درجة مئوية في المناطق القاحلة (فولغوغراد وأمبا). ويرتبط هذا الفرق في درجات الحرارة ارتباطاً جيداً بموقع المنطقة. سواء أكان ذلك الموقع على سفوح الجبال أم في السهول. ويجري تحديد هذا الاختلاف في ميزات النباتات على سفوح الجبال المظلّلة والموجهة نحو الشمس، فكلما كان السفح أكثر انحداراً كلما ازداد هذا الاختلاف في ميزات النباتات بصورة أكثر.

١٢ـ٩. هل درجة حرارة سطح النباتات هي دائماً أعلى من درجة حرارة الهواء؟

كلا، ليس دائماً، ففي ظروف المناخ الحار الجاف في آسيا الوسطى على سبيل المثال، وعند ريّ المزروعات، مما يوفر إسرافاً كبيراً في الحرارة على عملية التبخر، نلاحظ، وبشكل ملموس، أن درجة حرارة سطح النباتات هي دائماً منخفضة عن درجة حرارة الهواء.

١٢ـ ١٠. كيف نفسّر تبدّل النباتات بأنواع أخرى منها بعد فصل شتاء قارس مع تكرار ظهور الأغطية الجليدية؟

إنّ تبدّل النباتات في بعض المناطق بعد تكرار ظهور الأغطية الجليدية، يرتبط، لفترة زمنية طويلة، وبشكل مباشر، بأحوال الطقس فقط. وقد سجّل الأخصائيون في علم النبات ظهور تبدّل في النباتات بشمال غرب أوروبا على امتداد الطرقات كافة التي تنثر بالأملاح في

مرحلة تكوّن الغطاء الجليدي. وينتشر تمليح التربة من حافة الطريق إلى مسافة تبلغ ١٥٠ متراً. وضمن هذه المنطقة تفنى النباتات والشجيرات كي تنبت مكانها شجيرات ونباتات أخرى تسمّى بالنباتات المتملّحة، التي تنمو عادةً عند شواطىء البحر ـ المتكيّفة على مدى ألف سنة باحتواء نسبة مرتفعة من الأملاح، وقد انتشرت هذه النباتات تباعاً نحو اليابسة وعلى حافات الطرقات.

من ناحية أخرى، تبقى النباتات على نوعها الأصلي في تلك المناطق حيث لا تستعمل الأملاح كوسيلة لتذويب الأغطية الجليدية على طرقات السير.

١٢ـ ١١. هل تؤثر أحوال الطقس الرديئة في المحصول الزراعي العالمي في بعض السنوات؟

بالرغم من أن أحوال الطقس غير الاعتيادية، التي تنعكس على إنتاجية المحاصيل الزراعية، والتي تلاحظ عادةً في مناطق محدودة من الكرة الأرضية، فإنها تنعكس، في كثير من الأحيان، على إنتاجية المحاصيل الزراعية الغذائية بشكل تام. والسبب في ذلك يعود إلى أن الانتاج الزراعي ليس متطوراً بشكل متناسب ونشيط في مختلف مناطق الكرة الأرضية. ويحدث مثلاً، أن يضرب الجفاف أو الأمطار الغزيرة مناطق معينة تسمّى بالمخازن العالمية للحبوب، في حين تسود أحوال طقس جيدة في العام نفسه مناطق ضئيلة الانتاج الزراعي.

إنّ قلة المحصول الزراعي في منطقة معينة يستحيل تعويضها بإنتاجية المحاصيل الزراعية في مناطق أخرى، وقد يبدو الانتاج الزراعي العالمي لنوع من المزروعات أقل من مستواها الطبيعي في سنة معيّنة. فقد حدث ذلك مثلاً في عام ١٩٧٢، عندما خسر الانتاج الزراعي العالمي للحبوب ٣٣ مليون طن، بسبب الجفاف الذي أصاب مناطق عديدة من العالم، كانت تعتبر بمثابة «إهراءات» أساسية للحبوب. وبالاستناد إلى معطيات المنظمة العالمية للتغذية، فإنّ الانتاج العالمي للحبوب يشكل حوالي مليار و٢٠٠ مليون طن كمعدل سنوي، بما في

ذلك ٤٢٠ مليون طن من القمح و٣٤٥ طن من الأرز و٣٣٥ مليون طن من الذرة. ويبلغ الانحراف عن هذا المعدل السنوي لمنتوجات الحبوب حوالي ٢١ مليون طن مرةً كل ثلاث سنوات.

١٢ـ١٢. ما هي الشروط الجوية الضرورية لنمو القمح الخريفي؟

يؤمن فصل الشتاء، الذي تتخلله موجات صقيع معتدلة ويتميز بغطاء ثابت من الثلوج، رطوبة كافية للتربة في المرحلة الحاسمة من نمو القمح الخريفي ويحول دون إتلافه من جراء الصقيع. أما في فصول الشتاء القليلة الثلوج، وعندما تتناوب موجات الصقيع مع ذوبان الثلوج، تبقى المزروعات، في أكثر الأحيان، تحت القشرة الجليدية وتُتلف ـ تختنق أو تتجمد. أما الأصناف المتينة من القمح الخريفي، فإنها تنمو في تلك المناطق التي تتميز بشتاء قليل الثلوج ومعتدل الصقيع.

١٢ـ١٣. ما هو نظام درجات الحرارة والرطوبة الضروري لنمو الحمضيات؟

الحمضيات هي أشجار محبّة للحرارة والرطوبة. فدرجات الحرارة السالبة والنقص في الرطوبة تُشكِّل بالنسبة لها عاملاً مضرّاً. لذلك، فإنّ الحمضيات تنمو فقط في المناطق شبه الاستوائية، حيث لا تتحمل أكثرية أصنافها موجات الصقيع لفترة زمنية طويلة. فعلى سبيل المثال، إن درجة الحرارة الدنيا المقبولة لأشجار الليمون هي درجتان مئويتان تحت الصفر، وسبع درجات مئوية تحت الصفر للبرتقال. وكي تنمو الحمضيات بشكل طبيعي، فهي تحتاج إلى كمية من الأمطار تقارب الـ ٩٠٠ ملم في السنة أو إلى ما يعادل هذه الكمية من الري الاصطناعي. وتساعد رطوبة الهواء المرتفعة على نمو الحمضيات فتبدو الثمار طرية جداً وقشرتها رقيقة وملساء.

من ناحية ثانية، فإنّ النقص في الحرارة والرطوبة يؤدي إلى تساقط الثمار غير الناضجة. فمدّة نضوج ثمار الليمون تبلغ ١٨٠ يوماً تقريباً وتراوح مدة نضوج ثمار البرتقال والماندرين والكريبفروت بين ٢٠٠ و٢٢٠ يوماً.

١٢ـ١٤. هل يمكننا تنظيم الأعمال الزراعية بالاستناد إلى رصد طويل الأمد للأتموسفير؟ الغلاف الجوي

بكل أسف، لا يمكننا، حتى الآن، القيام بهذا العمل، لأن تأمين الرصد الجوي الطويل الأمد، والموضوع حالياً بطرق علمية معروفة، لا يفي بمتطلبات الانتاج الزراعي. لذلك، فمن المخاطرة، ودون أي مبرّر اقتصادي، وضع الاختيار المستقبلي على أي نوع من المزروعات، وتحديد مواعيد إنجاز الأنواع المختلفة من أعمال الري وطرق حراثة الأراضي الزراعية من خلال العلاقة المباشرة مع رصد الأحوال الجوية الطويل الأمد ولفصول قريبة قادمة.

من جهة ثانية، فإنّ الرصد الجوي الطويل الأمد يحظى بالاهتمام في المراحل التطبيقية من النشاط الزراعي، ولكنه ليس أساساً لتخطيط الأعمال كافة، المتعلقة بالزراعة، بل عاملٌ مساعد يتم أخذه بالاعتبار إضافةً إلى شروط أخرى. ويتناول التخطيط الزراعي في أساسه المعطيات المناخية المتوسطة، أي الأكثر تشابهاً مع ظروف الطقس التي تتميز بها منطقة معينة في فصل ما من فصول السنة.

١٢ـ١٥. ما هي حصة الانتاج العضوي من العالمين النباتي والحيواني، التي تستهلكها البشرية في أيامنا الحاضرة؟

إذا تم الاستناد إلى عدد سكان العالم الذي يبلغ ٤ مليارات نسمة، فإن الكتلة الحيّة Biomasse لسكان الأرض تبلغ ٠,٢٦ × ١٠^٩ طن تقريباً. وبالاستناد إلى معطيات ف. كوفدا (١٩٦٩)، فإنّ الكتلة الحيّة لليابسة كلها تساوي ٣ × ١٠^١٢ طن تقريباً منها ٩٥٪ للكتلة النباتية Fitomasse و ٥٪ لكتلة الكائنات الحية Zoomasse. فالإنسان يستهلك يومياً حوالي ١٠٥٠٠ جول من الطاقة كمعدل وسطي، وبهذا يكون الاستهلاك الإجمالي للطاقة من جميع سكان العالم ١٥,٥٥ × ١٠^١٣ جول تقريباً في السنة، وهذا ما يعادل تقريباً الانتاجية الراهنة للمحاصيل الزراعية. وتشير بعض الدراسات إلى أن البشرية، في الوقت الحاضر، تستهلك أقل من واحد بالمئة من إنتاجية العالم العضوي، وأن هذه القيمة

كانت أقل بعشرة أضعاف في بداية هذا القرن عنها في الوقت الحاضر.

١٢ـ١٦. ما هي إنتاجية سطح الكرة الأرضية؟

ثمة إجابات كثيرة على هذا السؤال وحسابات تقريبية لسطح اليابسة ولسطح المحيطات أيضاً: فمعدل إنتاجية اليابسة يُقدر بـ ٣,٦ طن للهكتار الواحد في السنة، وإنتاجية المحيطات بـ ٠,٨ طن للهكتار الواحد في السنة. وبذلك يكون المعدل الإنتاجي لسطح الأرض بشكل عام ١,٦ طن للهكتار الواحد في السنة. وينبغي الأخذ بالاعتبار أن هذه المعدّلات الرقمية تخفي وراءها اختلافات كبيرة في الانتاجية ترتبط بالمناخ وبعوامل طبيعية أخرى. وتشكل إنتاجية الغابات في المناطق الاستوائية الرطبة عشرات الأطنان للهكتار الواحد، بينما تنخفض هذه الانتاجية إلى الصفر في مناطق الصحارى القطبية.

١٢ـ١٧. كيف يرتبط توجيه الطرق الهندسية في الزراعة بظروف المناخ والتربة؟

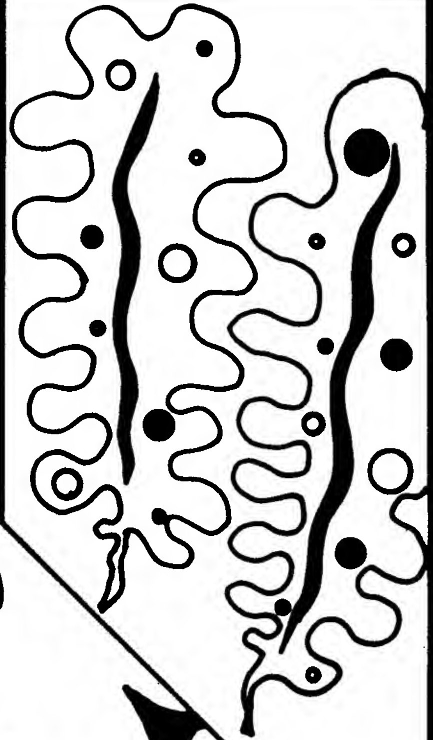
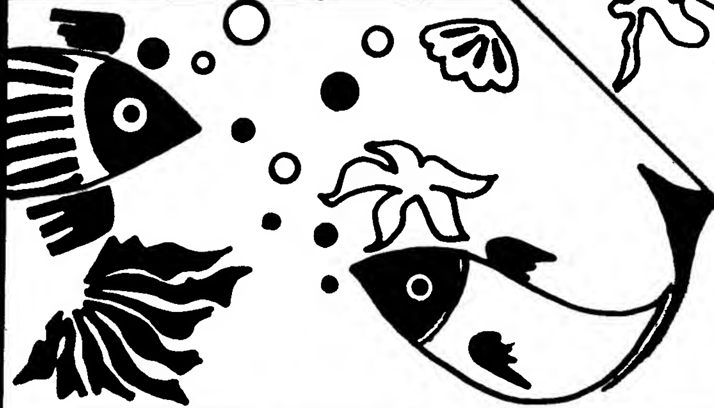
يختلف اتباع الطرق الهندسية في الزراعة باختلاف المناطق المناخية التي توجد فيها الأراضي الزراعية. ومن هذه الطرق ما يزيد من توفير الحرارة للنباتات ويخفف من التأثير الضار للرطوبة الفائضة، ومنها ما هو موجّه نحو توفير الرطوبة لهذه النباتات. لكن ظروف الطقس في سنوات مختلفة تحتاج إلى تغيير هذه الطرق الهندسية في الزراعة. وعلى سبيل المثال، فإن النظام الهندسي الزراعي في الأقاليم السهلية شبه الرطبة، التي تحتوي على مساحات حرجية، يهدف إلى المحافظة على الرطوبة وإلى استهلاكها بشكل اقتصادي، وينبغي إعادة توجيه طرق هذا النظام الزراعي مرةً كل عشر سنوات تقريباً، نحو تخفيف التأثير الضار للرطوبة الفائضة. وهذا ما تؤكده الإحصاءات التي أثبتت تبلّل التربة بالأمطار في هذه الأقاليم.

١٢ـ١٨. ما هو المفعول المتيورولوجي للأحزمة المشجّرة؟

تخفف الأحزمة المشجرة أو الأحزمة الخضراء من سرعة الرياح

بنسبة تراوح بين ٢٠ و٦٠ بالمئة، وتساعد بالتالي على رفع درجة حرارة الهواء في المنطقة الفاصلة بين حزامين مشجّرين، كما أنها ترفع درجة حرارة التربة بنسبة درجة واحدة أو درجتين. وفضلاً عن ذلك، ففي المنطقة الفاصلة بين الحزامين، ترتفع رطوبة الهواء وتنخفض نسبة التبخر. وبسبب احتباس الأمطار، تؤمن الأحزمة المشجرة رطوبةً إضافية للحقول بنسبة تراوح بين ٢٠ و٤٠ ملليمترا.

الفصل الثالث عشر
الطقس والمحيطات

الفصل الثالث عشر

الطقس والمحيطات

لا تشكل المحيطات على الكرة الأرضية فقط ذلك الخزان الهائل للمياه، وإنما أيضاً الخزان الهائل لاحتياط الحرارة التي يكتسبها الأتموسفير، والتي تحدد ظروف الطقس على الأرض. وفضلاً عن ذلك، فإن مياه المحيطات هي الممتص الأكثر نشاطاً لغاز الكربونيك الموجود في الأتموسفير، وهي مكان إقامة كمية لا تُمتصّ من الأعشاب البحرية الدقيقة للغاية التي تقدم مساهمة كبرى في إمداد الأتموسفير حول الأرض بالأوكسجين (عملية التمثيل الضوئي Photosynthèse). وبالتالي، فإن محيطات الأرض تؤدي وظيفة الرئتين في جسم كوكب الأرض وتساعد على التركيب الثابت للهواء. ويذكر أن محيطات الأرض في المناطق القطبية تحتوي على جليد بحري تتراوح مساحته بين ١٤ و٢٨ مليون كلم مربع، ويخضع لتقلبات كبيرة بالنسبة لفصول السنة وحالة المحيطات.

وبالنتيجة، فإن مجمل العملية الميكانيكية لدوران الأتموسفير، وبالتالي لتكوين المناخ وظروف الطقس على الأرض، ترتبط ارتباطاً شديداً بحالة المحيطات، ومن جهة أخرى، فإن تقلبات الاحتياط الحراري في كل محيط من محيطات الكرة الأرضية الخمسة وتغيّر قوة التيارات المحيطية ومساحة الجليد البحري، تؤدي كلها حتماً إلى تقلبات واسعة النطاق في حالة الطقس لفترة زمنية طويلة وعلى امتداد فصول عديدة، وأحياناً لسنة كاملة في بعض المناطق الجغرافية.

لذلك، فإن دراسة تفاعل المحيطات مع الأتموسفير تعتبر إحدى

المسائل الهامة للغاية في علم المتيورولوجيا الحديث والعلوم المتقاربة منه. وبنجاح حلّ هذه المسألة ترتبط إمكانية حلّ إحدى أكثر المشكلات العلمية صعوبة في العصر الحديث وهي مشكلة التنبؤ الطويل الأمد بحالة الطقس.

وسنطلع في هذا الفصل على بعض المسائل الهامة التي تؤثر في حالة الطقس وترتبط بحالة المحيطات على الكرة الأرضية.

١٣ـ ١. ما هو تفسير المحاولة الدؤوبة لخبراء الأرصاد الجوية في إدخال عامل المحيطات ضمن مهمة الرصد الجوي الطويل الأمد؟

بما أن الغلاف الجوي ليس له احتياطي نسبي كبير، من الحرارة، فإن ما يسمّى بالذاكرة الحرارية ليست كبيرة جداً في الغلاف الجوي. فالذاكرة الحرارية هي تأثير حالة الأتموسفير الراهنة على حالته المستقبلية، وتتراوح هذه الذاكرة بين عشرة وعشرين يوماً. ومن هنا نلاحظ صعوبة في وضع النشرات الجوية الطويلة الأمد على أساس تحليل خصائص الأتموسفير في لحظة زمنية معيّنة.

أما الاحتياطات الحرارية الكبيرة في المحيطات، فإنها تسبب توسيع ذاكرة المحيط الحرارية وتزيد من قدرته على إعطاء الحرارة للأتموسفير، هذا إلى جانب تأثيرها الطويل الأمد على توزيع درجات الحرارة والرطوبة وغيرها في الأتموسفير. لذلك، فإن فكرة استخدام المعطيات عن تقلبات الاحتياط الحراري لمياه المحيطات من أجل رصد تقلبات حالة الأتموسفير في مختلف فصول السنة، تعتبر فكرةً ذات آفاق مستقبلية، ويتم تنفيذها بجهود كبيرة من قبل خبراء الرصد الجوي في وضع جداول الطقس الطويل الأمد.

١٣ـ ٢. ما هو حجم الاحتياطات الحرارية في المحيطات بالمقارنة مع الغلاف الجوي للكرة الأرضية؟

تشكل العلاقة بين الاحتياطات الحرارية للمحيطات والاحتياط

الحراري للأتموسفير نسبة ما يقارب ١٦٠٠ : ١، ويعود تفسير ذلك إلى الكتلة والكثافة الهائلتين لمياه المحيطات بالمقارنة مع الهواء في الأتموسفير، ويعود كذلك إلى السعة الحرارية الكبرى في مياه المحيطات. أما الاحتياطات الحرارية القليلة نسبياً في الأتموسفير، فإنها تؤدي إلى التخفيف من قدرته في المحافظة على حالته الثابتة، أي تسبب تبديلاً كثيراً في خصائصه الأساسية مع مرور الزمن - أي تسبب عدم استقراره.

والجدير بالذكر، أن قوة الاستمرار في تطور العمليات داخل مياه المحيطات أكبر بعشرات المرات من تلك التي يحتوي عليها هواء الأتموسفير. وطبقاً لذلك، فإن تأثير الأتموسفير على حالة المياه في المحيطات هو أقل أهمية وثباتاً من تأثير المحيطات في الأتموسفير.

١٣ـ٣. كم من الحرارة تعطي المحيطات الأتموسفير على خطوط العرض المختلفة؟

بالاستناد إلى الدراسات التي أجراها العالم النروجي خ. سفيردروب (١٩٤٢)، فإن المعدل السنوي لتيار الحراري الأشعاعي من سطح المحيطات باتجاه الأتموسفير يشكل ١١٥٠ $\frac{\text{جول}}{\text{يوم} \times \text{سم}^{٢}}$ في المناطق الاستوائية و٤١٨ $\frac{\text{جول}}{\text{يوم} \times \text{سم}^{٢}}$ على خط العرض ٦٠ درجة. أما الكمية الإجمالية المنتقلة من المحيطات إلى الأتموسفير، فإنها تبقى على مدار السنة متساويةً تقريباً. أما على خطوط العرض ٦٠ درجة، فإنها تراوح بين ٨٥٠ و ١٢٥٠ $\frac{\text{جول}}{\text{يوم} \times \text{سم}^{٢}}$ في فصل الشتاء، وبين صفر و٢٠٠ $\frac{\text{جول}}{\text{يوم} \times \text{سم}^{٢}}$ في فصل الصيف. وعلى مدار السنة، تفوق كمية الحرارة التي تعطيها التيارات المحيطية الدافئة للأتموسفير تلك الكمية من الحرارة الإشعاعية التي تصل إلى المحيطات

١٣ـ٤. ما هو تأثير المحيطات في نظام درجات الحرارة في الأتموسفير؟

إن المحيط العالمي هو بمثابة مسخّن ثابت للأتموسفير يعكس

سطحه قسماً قليلاً من الأشعة الشمسية التي تصل إلى سطح الأرض، أما القسم الأكبر من هذه الأشعة فتمتصه المياه في المحيطات. وعند اختزانه للحرارة في فصل الصيف، يعمل المحيط العالمي بشكل تدريجي على إعطاء الحرارة للأتموسفير في الفترات الباردة من السنة. ويتم ذلك بطرق عديدة: في البدء يسخِّن المحيط الهواء الموجود مباشرةً فوق سطحه، ويشع الحرارة التي يمتصها بخار الماء وغاز الكربونيك الموجودان في الهواء، ويعطي الحرارة لعملية تبخّر المياه حيث يقوم البخار فيما بعد وعند تكثيفه بتسخين الهواء، كما يعمل المحيط على إفراز الحرارة إلى الهواء مع قطرات من رذاذ الماء التي تنقلها الرياح معها عند التموّج على سطحه.

وبالطبع، فإن طبقة المحيط السطحية هي التي تتفاعل فقط مع هواء الأتموسفير وتعمل على تسخين الأتموسفير، وليس كل طبقات المياه في المحيط. أما التغيرات في درجات حرارة سطح المياه في المحيطات، فإنها تتميّز بأهمية بالغة على الرغم من كونها تشكل أجزاءً عشرية من الدرجة الواحدة.

١٣ـ ٥. إلى أية درجة تتسخّن المياه في المحيطات بأشعة الشمس؟

تعمل أشعة الشمس على تسخين الطبقة العليا فقط من المحيطات بشكل ملموس، والتي تبلغ سماكتها عدة أمتار. فالمياه الساخنة لا تهبط إلى الأسفل لأنها أخف من المياه الباردة في قعر المحيط من ناحية الوزن النوعي. وعند تموّج البحر، يساعد تحرّك المياه، إلى حدّ ما، على انتشار الحرارة من الطبقات العليا باتجاه الطبقات السفلى. ففي البحار الاستوائية مثلاً، من الممكن أن تفوق درجة حرارة مياه الطبقات العليا ٢٥ درجة مئوية (وتتجاوز الـ ٢٨ درجة مئوية في أجزاء مختلفة من المحيط)، ومن الممكن ألا تتجاوز الخمس درجات مئوية على عمق كيلو متر واحد. وفي الوقت الحاضر، يعمل العلماء والمهندسون على حلّ مسألة كيفية استخدام هذا الفرق الثابت في درجات الحرارة كمصدر مجّاني للطاقة.

١٣ـ٦. كيف هي تقلبات درجات الحرارة في مياه المحيطات؟

تبلغ درجات حرارة سطح المياه في المحيطات أقصى حدٍ لها قرب خط الاستواء ٢٨ درجة، وتخضع لتقلبات طفيفة على مدار السنة في حدود ما بين ٢,٢ و٢,٤ درجة مئوية فقط. أما في البحار المغلقة وعلى خطوط العرض السفلى فتبلغ درجة الحرارة هذه نحو ٣٢ درجة مئوية، بينما تراوح درجة الحرارة الدنيا لسطح المحيطات في المناطق القطبية وعند حافة الجليد البحري، حسب نسبة الأملاح في المياه، بين ١,٥ درجة مئوية تحت الصفر و١,٩ درجة مئوية تحت الصفر.

من ناحية أخرى، فإن المدى السنوي لتقلبات درجات الحرارة في مياه المحيطات على خطوط العرض المعتدلة من نصف الكرة الشمالي يبلغ عشر درجات مئوية، وفي نصف الكرة الجنوبي خمس درجات مئوية. أما التقلبات الفصلية لدرجات حرارة المياه في المحيط، فإنها تلاحظ، بشكل هام، حتى عمق مئة متر، أي في طبقة المياه السطحية حيث يتحدد نظام درجات الحرارة بالإتزان الحراري على سطح الماء؛ بينما نلاحظ أن التقلبات السنوية في درجات حرارة الماء ليست كبيرة جداً بحيث لا تتجاوز بضع درجات على عمق مئتي متر. فهذه التقلبات تحدث مع تأخر نصف سنوي. أما درجة الحرارة فتلاحظ في نهاية فصل الصيف.

١٣ـ٧. ما هو دور المحيطات في تنظيم محتوى غاز الكربونيك CO_2 في هواء الأتموسفير؟

بالاستناد إلى نتائج الأبحاث التي أجراها العلماء في عامي ١٩٥٧ و١٩٥٨، فإن معدل نسبة غاز الكربونيك في هواء الأتموسفير يساوي ٣١٤,٥ × ١٠$^{-٦}$، وتبلغ تقلباته في مناطق مختلفة حوالي ٦ × ١٠$^{-٦}$ (أي ستة أجزاء من مليون). وقد جرى تقدير الزيادة السنوية في نسبة غاز الكربونيك بالهواء بـ ٠,٧٢ × ١٠ في بداية الستينات، وهذا ما يشكل تقريباً نصف كمية هذا الغاز التي تنتشر في الجو نتيجة احتراق الوقود، أما النصف الثاني فتمتصه النباتات في سير عملية التمثيل الضوئي

photosynthese. عند ذلك، يمتص سطح النباتات أكثر من $\frac{٥}{٦}$، بينما تمتص اليابسة $\frac{١}{٦}$ فقط.

١٣ـ٨. أين يتلاشى غاز الكربونيك الذي تمتصه النباتات البحرية من الهواء؟

ينتشر غاز الكربونيك في مياه البحر ويذوب فيها بالسرعة نفسها التي تستوعبه بها الأعشاب المائية من مياه البحر فهذه الأعشاب المائية تنمو في الطبقات العليا من المحيطات حيث تكفي الأشعة الشمسية لعملية التمثيل الضوئي. وبالتالي، فإن النباتات التي تتغذى بها الحيوانات البحرية، مثل بعض أنواع الأعشاب البحرية المضمحلة، تتحول إلى ترسبّات جيريّة في القعر وهي عبارة عن أملاح حامض الكربونيك.

١٣ـ ٩. كيف يتكوّن الجليد البحري؟

إن تكوّن الجليد البحري يبدأ عند ظهور البلورات الجليدية التي تنشأ على سطح البحر وكذلك في طبقة المياه، عندما تهبط درجة حرارتها إلى ١,٩١ درجة مئوية تحت الصفر في حالة الملوحة العادية (٣٥٪). وتبقى بين البلورات قطرات غير متجمدة من محلول الأملاح، والتي تتمتع بكثافة عالية ودرجة حرارة تجميد منخفضة. وعندما تعوم البلورات الجليدية، تشكل على سطح البحر، في بادىء الأمر، قشرة جليدية رقيقة تزداد سماكتها تدريجاً وتبدأ بالتراكم من الأسفل. فبهذا الشكل، وعند بلوغ درجة حرارة التجمد، تبدأ في طبقة المياه على سطح البحر عملية الحمل Convectionالتي تساعد على التبدل الحراري في طبقة المياه السطحية من البحر.

أما العامل الآخر الذي يمثل أهمية بالغة، فهو حصول المياه البحرية المالحة على كثافة أكثر تحت درجة حرارة أقل من درجة حرارة تجمدها على السطح، وذلك على خلاف المياه الحلوة التي تبلغ كثافتها الذروة تحت درجة حرارة ٤ مئوية، أي تحت درجة حرارة موجبة، أما تغيّر ملوحة المياه حسب الأعماق، فإنه يلعب دوراً حاسماً في عملية الكثافة. وإذا كانت المياه المالحة لا تتغيّر مع الأعماق، فإن تكوّن عملية

الجليد تبدأ فقط بعد التبريد حتى نقطة تجمّد كل الطبقات المائية حتى قعر البحر: إن عملية الحمل Convection في المياه المالحة والمتجانسة تبدأ فوراً بعد تبريد سطح الماء، ولا تتوقف حتى تبلغ درجات الحرارة أدنى حدّ لها على أعماق مختلفة في البحر. وبعبارة أخرى، لا يمكن أن يتكوّن الجليد في أجزاء المحيط حيث لا تتغيّر ملوحة المياه مع الأعماق.

أما الصورة الأخرى لأجزاء المحيطات حيث تتميز الطبقة العليا بالعذوبة وتزداد ملوحة المياه بسرعة كلما اتجهت نحو القعر، فهي على الشكل التالي: ثمة صعوبة في تحرك المياه نحو الأعماق، وتعثّر كبير في وصول الحرارة من أعماق المحيط إلى السطح، وعندما تفرز طبقة الماء الرقيقة العليا احتياطي الحرارة إلى الأتموسفير فإن هذه الطبقة تتجمّد حتماً، ومن هنا نلاحظ الانتشار الواسع النطاق للجليد البحري على سطح المحيط المتجمد الشمالي، حيث تتميّز مياه طبقته العليا بالعذوبة وتتبرد بسرعة عندما تتدفق المياه القعرية الدافئة نسبياً والأكثر ملوحة من المحيط الأطلسي، وهي لا تدخل في نطاق عملية الانتقال الحملي Convectionnelle مع المياه السطحية، فهذه المياه القعرية الأطلسية لا تفرز حرارتها وبذلك لا تعرقل تكوّن الجليد البحري.

١٣ـ ١٠. في أية أحوال جوية تبلغ الأمواج البحرية أقصى ارتفاع لها؟

إن تموّج البحار هو دالّة Fonction لسرعة الرياح وطول الموجة والفترة الزمنية التي ترافق هبوب الرياح. وبهذا، فإن الأمواج الأكثر ارتفاعاً تنشأ فوق أجزاء سطح المحيط حيث يبلغ مجال(*) الضغط الجوي أقصى حدّ له ـ أي في المنخفضات الجوية العميقة والمديدة.

من جهة ثانية، فإن المساحات المكشوفة في المحيط الجنوبي بين خطوط العرض ٤٠ و٦٠ درجة اتخذت شهرة واسعة، حيث يتراوح

(*) مجال gradient. فرق الضغط الجوي الحاصل بين نقطة معينة ومحور الإعصار.

ارتفاع الموج بين ١٥ و ٢٠ متراً؛ ويتخذ تموّج المحيط طابعاً ثابتاً بحيث لا يتوقف إطلاقاً ولا يعرقل حركته وجود اليابسة في الجزر الواسعة، لأن مساحة اليابسة قليلة جداً في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية.

أما القسم الشمالي من المحيط الهادىء فيتمتع بأمواج عالية، مع أن التموّج فيه ليس ثابتاً كما في الأقسام الجنوبية من المحيطات الهندي والهادىء والأطلسي (تقرر تسمية هذه الأقسام الجنوبية من المحيطات الثلاثة بالمحيط الجنوبي).

من جهة أخرى، فقد ذكرت بعض المراجع ارتفاعاً للأمواج بلغ ثلاثين متراً، وعلى ما يبدو، فإن لهذه الأمواج طبيعة أخرى.

أما تموّج البحار الذي ذكرناه آنفاً، فإن طبيعته ترتبط بالظواهر المتيورولوجية، وهو لا يشتمل على أمواج تيارات التسونامي Tsunami التي تنشأ بسبب الزلازل أو الانفجارات البركانية وتبلغ ارتفاعاً يراوح بين ٣٢ و٣٥ متراً.

١٣ـ ١١. هل ثمة علاقة بين التيارات البحرية وحركة الرياح؟

لا شك أن ثمة علاقة بين التيارات البحرية وحركة الرياح مع أنها ليست واضحة دائماً. فالمحيطات تحوي تيارات عنيفة موجهةٌ إلى حدّ ما من الدقة حسب اتجاه الرياح السائدة مثل «مجرى الخليج» Golfstream في المحيط الأطلسي، حيث تتجه المياه الدافئة لهذا التيار من الجنوب الغربي نحو الشمال الشرقي على امتداد «طريق المنخفضات الجوية» من سواحل أميركا الشمالية حتى سواحل أوروبا الشمالية. وهناك تيارات أخرى تنتقل مياهها، بصورة دقيقة، حسب اتجاه الرياح السائدة، ومنها مثلاً: تيار لابرادور البارد وتيارات مضيق البوسفور والدردنيل وكيرتش.

أما طبيعة المطابقة بين التيارات السطحية في المحيطات وبين اتجاه حركة الرياح في طبقة التروبوسفير السفلى، فإنها تظهر على خطوط العرض السفلى والعليا. أما في المحيط الهادىء وعلى كلا الجانبين الشرقي والغربي لخط الاستواء، فتتجه رياح مرتبطة بالرياح الثابتة

الاتجاه Alizéفي نصفي الكرة الأرضية أما في المحيط المتجمد الشمالي، فإن جليد الأركتيكا ينساق على امتداد خط تساوي الضغط الجوي Isolareعلى خرائط الضغط المتوسطة، أي باتجاه الرياح السائدة. وبذلك، يجب الأخذ بالاعتبار أن سرعة حركة المياه وسرعة الهواء مختلفتان تماماً، وأن كمية الحركة في الأتموسفير تفوق كمية الحركة في المحيط بـ ٢٣٠ مرّة. وفضلاً عن ذلك، فعندما يقوم الأتموسفير بالتأثير بحركة ما على مياه المحيط، يتمتع هذا الأتموسفير بتأثير معاكس للمحيط في الهواء فوق سطحه، وكذلك في حركة الرياح.

١٣ـ١٢. ما هي درجة حرارة المياه في «مجرى الخليج» Golfstream؟

تبلغ درجة حرارة المياه في «مجرى الخليج» عند سواحل فلوريدا ٢٦ درجة مئوية تقريباً على سطح المحيط. وفي بحر سرجس ترتفع درجة الحرارة هذه بضع درجات عن درجة حرارة المياه في الأجزاء المجاورة «لمجرى الخليج» في المحيط. وبحكم تقدّم «مجرى الخليج» في الاتجاهين الشمالي والشمالي الشرقي، فإن درجة الحرارة تنخفض تدريجاً، لكنها تبقى مرتفعة بشكل كافٍ بالمقارنة مع درجة حرارة المحيط خارج هذا التيار. ومن جهة أخرى، فإن درجة حرارة المياه في «مجرى الخليج» على خط عرض الدائرة القطبية الشمالية في الجزء الوسطي للتيار تبلغ في شهر نيسان عشرين درجة مئوية. بينما ترتفع بضع درجات فوق الصفر على بعد مئات عديدة من الكيلومترات إلى الغرب، حيث تتواجد حافة الجليد القطبي لبحر غرونلاند.

أما سرعة التيار فإنها تبلغ سبعة كيلو مترات في الساعة تقريباً، ويبلغ عرض مداره عند رأس هاتراس نحو مئة كيلومتر.

١٣ـ١٣. هل تؤثر تقلبات الطقس في حيوانات المحيطات وأسماكها؟

إن فصول الشتاء القاسية غير العادية، والرياح الشمالية العنيفة، والتقلبات المؤقتة في التيارات البحرية، من شأنها أن تعكس ضرراً كبيراً

على الأسماك القليلة الغوص تحت خطوط العرض المعتدلة. فالانخفاضات في درجات حرارة المياه، المتعلقة بالبرودة الشديدة والمديدة في المحيطات، تؤدي، في أغلب الأحيان، إلى إبادة الأسماك. أما التغيرات المؤقتة في تيارات لامبرادور أو أرمنغير عند السواحل الجنوبية الغربية لغرونلاند، والتي تحمل معها انخفاضاً في درجات حرارة المياه، فإنها غالباً ما تكون سبباً كارثياً أيضاً في إبادة الأسماك.

من جهة أخرى، فإن كميات كبيرة من الأسماك تُباد كل ست أو ثماني سنوات تقريباً عند شواطىء تكساس في الولايات المتحدة الأميركية وفي الأماكن القليلة العمق في خليج المكسيك. أما التقلبات في درجات حرارة المياه وتشعبُّها بالأوكسجين، فإنها تبدو سبباً في إبادة وفناء العديد من أنواع الكائنات الحيّة البحرية، بما فيها الأسماك.

١٣ـ ١٤. ما هو «الرعب البحري»؟

«الرعب البحري» هو ارتفاع مياه الأعماق في البحار والمحيطات، مسببة برودة تامة على سطح البحار. وينقسم «الرعب البحري» إلى نوعين هما: «الرعب البحري» الساحلي، و«الرعب البحري» في عرض البحر. و«الرعب البحري» الساحلي يرتبط مباشرةً بالأحوال الجوية، وينشأ عن هبوب الرياح العنيفة والمديدة التي تتجه بمحاذاة الشاطىء الواقع إلى يسار التيار الهوائي، أو يكوّن مع هذا التيار زاوية صغيرة. وعند ذلك تتم عملية طرد المياه السطحية ورفع مياه الأعماق الأكثر برودةً إلى مكانها. أما «الرعب البحري» في عرض البحر، فإنه لا يرتبط، بشكل مباشر، بالأحوال الجوية. وتعود ظاهرته إلى التيارات المحيطية التي ترتبط ارتباطاً مباشراً بالرياح السائدة.

أما ظروف نشوء الحركات الانتقالية العمودية للمياه وارتفاعها من الأعماق إلى سطح المحيط، فإنها تتكون في مناطق تعارض التيارات السطحية أو زوابع المنخفضات الجوية المرتبطة بهذه التيارات.

١٣ـ ١٥. في أية مناطق من الكرة الأرضية يلاحظ نشوء «الرعب البحري» الساحلي؟

تلاحظ ظاهرة «الرعب البحري» الساحلي، في أغلب الأحيان، بالاتحاد السوفياتي عند سواحل شبه جزيرة القرم والقوقاز على البحر الأسود، وفي بعض الأحيان، عند سواحل بحر قزوين والسواحل الجنوبية الغربية لشبه جزيرة كامتشاتكا في أقصى شرق الاتحاد السوفياتي. ويلاحظ «الرعب البحري» الساحلي كذلك بصورة منتظمة، عند السواحل الغربية للولايات المتحدة الأميركية والبيرو والمغرب وأوستراليا وجنوب افريقيا. وتشتد قوة هذه الظاهرة في فصلي الصيف والشتاء وتنحسر في الفصول الانتقالية من السنة. وفي بعض البلدان التي يسودها مناخ الرياح الموسمية، ينشأ «الرعب البحري» في فصل الصيف عند دفع الرياح الموسمية للمياه البحرية. ويلاحظ «الرعب البحري» الذي يتميّز به فصل الصيف في العديد من المناطق على سواحل أميركا الشمالية وفي خليج البنغال.

١٣ـ ١٦. إلى أية درجة تتبرّد المياه السطحية في المحيطات عند نشوء «الرعب البحري»؟

عند نشوء «الرعب البحري» يتسع مجال الانخفاض في درجات حرارة المياه حيث تتراوح بين بضع درجات وعشر أو خمس عشرة درجة مئوية. وفي البحر الأسود وبحر قزوين، تحدث، في بعض الأحيان، قفزات مفاجئة في هبوط درجات حرارة المياه بعد طرد الرياح الساحلية للمياه السطحية، حيث تهبط درجات الحرارة من ٢٤ إلى ٨ أو ١٠ درجات مئوية ومن ٢٠ إلى ١٠ أو ١١ درجة مئوية.

١٣ـ ١٧. ماذا يصحب «الرعب البحري» معه بالإضافة إلى الانخفاض في درجات الحرارة؟

عند نشوء «الرعب البحري» ترفع مياه الأعماق معها إلى سطح البحر مركبات الآزوت والفوسفور، مما يؤدي إلى النمو السريع في علق

البحر النباتي بمناطق نشوء هذه الظاهرة. ويتغذى السرطان البحري بهذا النوع من النباتات. ويعتبر السرطان البحري بدوره غذاءً أساسياً للأسماك، لذلك يلاحظ تكاثر الأسماك في مناطق نشوء «الرعب البحري» أكثر منه في المناطق الأخرى.

١٣ـ٨١٨ ما هي ميزات الطقس في مناطق نشوء «الرعب البحري» الساحلي؟

يسجّل في مناطق الارتفاع الدائم لمياه الأعماق انخفاض في درجات حرارة المياه السطحية وفي طبقة الهواء الملامسة لسطح الماء. وفي بعض الأحيان، ترتفع، لفترات زمنية قصيرة، درجة حرارة الهواء الملامسة لسطح الماء ولا تنخفض كعادتها.

إذن، تتواجد فوق مناطق نشوء «الرعب البحري» نظم انعكاس حراري ثابتة تعرقل انتشار الهواء البحري الرطب باتجاه الطبقات العليا واليابسة. وفوق هذه المناطق لا يحدث تطور عمودي كبير في نسبة الغيوم، وتتمركز كل احتياطات الرطوبة في طبقة الهواء السطحية الرقيقة حيث يتكون، في أغلب الأحيان، الضباب أو طبقات رقيقة من غشاوة الضباب. وفي مناطق نشوء «الرعب البحري» قليلاً ما تتكون الغيوم التي تنمو بالاتجاه العمودي والقادرة على إحداث المطر. لذلك، فإننا نلاحظ أن المناخ يتميز بالجفاف عادةً في الحزام الساحلي الضيق من مناطق نشوء «الرعب البحري»، مثل سواحل البيرو والتشيلي في أميركا الجنوبية.

الفصل الرابع عشر

الطقس عند القطبين



الفصل الرابع عشر

الطقس عند القطبين

هناك نقطتان على الكرة الأرضية شغلتا مخيّلة الناس منذ القدم: القطبان الجغرافيان للكرة الأرضية، حيث توجد نهايتا المحور الوهمي للأرض، الذي تتم حوله عملية دورانها. فماذا يوجد هناك؟ وكيف تبدو أطراف القطبين؟ وما هي ظروف السكن والمناخ والطقس في هاتين النقطتين؟ وقد احتاجت البشرية إلى أربعة قرون. ، بعد الاعتراف بكروية الأرض ودورانها حول نفسها، وبالتالي بعد وضع مفهوم «قطب الأرض»، كي تبلغ الإمكانية الحقيقية في رؤية هذه الأماكن المنشودة. ففي البدء تم التعرّف إلى القطب الشمالي، ومن ثم إلى القطب الجنوبي. وقد بلغ الباحث الأميركي ر. بيري هذه الأماكن في نيسان عام ١٩٠٩، بينما بلغها العالم القطبي النروجي ر. أموندسين في كانون الأول عام ١٩١١. والجدير بالذكر أن ر. بيري ور. أموندسين بلغا هذه الأماكن مع مرافقيهما سيراً على الأقدام وبواسطة المزلاج، إلى أن تمكن الإنسان من الوصول إليها بعد خمسين سنة على متن الطائرة. وقد استطاع الإنسان أن ينظم رحلاته إلى واحد منهما ـ القطب الشمالي ـ عبر خط سير الغوّاصات تحت الجليد القطبي، وأن يُخترق هذا الجليد في المحيط الشمالي بواسطة كاسحات الجليد الذرية.

إن الإنسان الذي يبلغ أحد القطبين يشعر أن أي اتجاه يختاره للتحرك انطلاقاً من هذه النقطة المدهشة، هو اتجاه نحو خط الاستواء، أي نحو الجنوب إذا كان موجوداً في القطب الشمالي، ونحو الشمال إذا كان في القطب الجنوبي. فالقطبان الجغرافيان الشمالي والجنوبي يقعان، من حيث التشابه الخارجي، في صحراء جليدية يجمّدها الصقيع

طوال أيام السنة، ويتميّزان بفروقات هامة: فالقطب الشمالي يكسوه غطاء جليدي تراوح سماكته بين اثنين وثلاثة كيلومترات، ويتجاوز عمق المياه تحت هذا الغطاء كيلومترات عديدة. أما القطب الجنوبي، فإنه يقع في قارة الانتاركتيدا التي يكسوها غطاء جليدي تتراوح سماكته بين ثلاثة وأربعة كيلو مترات.

إذن، تعتبر الاركتيكا والأنتاركتيكا المناطق القطبية لكوكب الأرض. فهنا وهناك مناخ قاس، وتسود البرودة حالة الطقس حتى في فصل الصيف، وتحديداً خلال النهار القطبي في المناطق النائية من الأنتاركتيدا، كما لو كان شتاء الأركتيكا. أما الأنتاركتيدا، فإنها تُعتبر أعلى نقطة لليابسة على سطح الأرض، بحيث أنها تحدد، بالتوافق مع خط عرضها الجغرافي، أكثر أنواع المناخ قساوةً على هذا الكوكب، إذ تبلغ درجة حرارة الهواء فيها ثمانين درجة مئوية تحت الصفر وسرعة الرياح ثمانين متراً في الثانية. وأما الأركتيكا في المنطقة القطبية الشمالية، فإنها حقل هائل من الجليد يخفي تحته خزاناً ضخماً من المياه المحيطية ومستودعاً لاحتياط الحرارة الآتية من خطوط العرض السفلى بواسطة التيارات المحيطية.

١٤ـ١. أين تقع حدود القطبين الشمالي والجنوبي، وكيف يرتبط موقعهما بظروف الطقس والمناخ؟

بإمكاننا اعتبار الدوائر القطبية الشمالية والجنوبية، على خطوط العرض ٦٦ درجة و٣٣ دقيقة، حدود المنطقتين القطبيتين الشمالية والجنوبية ـ الأركتيكا والأنتاركتيكا. فهذه الحدود هي اصطلاحية، وتبيّن خط العرض الجغرافي الذي يسود فوقه النهار والليل القطبيين، أي حيث لا تغيب الشمس فيه لعدة أيام، أو أنها لا تظهر من وراء الأفق، كما أنه باستطاعتنا، بسهولة أكثر وعلى قاعدة أكثر صحة، أن نعيّن حدود الأركتيكا والأنتاركتيكا حسب الدلائل المناخية البحتة، أو حسب الدلائل الجغرافية الطبيعية والموضوعية، التي يعتمد عليها الخبراء في أبحاثهم الجارية بالمناطق القطبية من الكرة الأرضية. وقد

تقرر إبراز المنطقة الشمالية شبه القطبية Subarctique إلى جانب الأركتيكا، والمنطقة الجنوبية شبه القطبية Subantarctique إلى جانب الأنتاركتيكا، وذلك تماماً مثلما جرى إبراز المناطق الاستوائية والمناطق شبه الاستوائية Tropique et Subtropique على خطوط العرض السفلى.

أما وضعية خط التساوي في درجات الحرارة Isotherme لشهر تموز، وهو يساوي خمس درجات مئوية، فقد تم اختيارها كحدود جنوبية للمنطقة القطبية الشمالية. فعلى هذا الخط، يبلغ المعدل الشهري لدرجات حرارة الهواء خمس درجات مئوية في أكثر أشهر السنة دفئاً. وبذلك، يقع ضمن حدود الأركتيكا كل من المحيط المتجمد الشمالي والبحار المتاخمة له مع كل جزرها، بالإضافة إلى أجزاء من السواحل الشمالية للقارة الأميركية وأجزاء كبرى واقعة على خطوط العرض المرتفعة في المحيطين الهادىء والأطلسي. أما الحدود الجنوبية للمنطقة الشمالية شبه القطبية، فإنها تنطبق مع الحدود الشمالية لأقليم الغابات وبداية إقليم الطوندرا، وفي بعض الأماكن، تمر هذه الحدود شمالي الدائرة القطبية، وفي أماكن أخرى من جنوبها.

أما بالنسبة للأنتاركتيكا (المنطقة القطبية الجنوبية)، فقد عملت الطبيعة على تعيين حدودها: فهذه الحدود ملحوظة تماماً على سطح المحيط الجنوبي بين خط التقارب الأنتاركتيكي وخط التقارب شبه الاستوائي. وتتسرب المياه الباردة جداً، والآتية من الجنوب، نحو هذين الخطين من التقارب، كي تلتقي بالمياه الدافئة المتسربة من جهة الشمال، وعند اختراق هذا الخط، تتغيّر درجة حرارة المياه وملوحتها بصورة مفاجئة، كما يتغيّر تركيب الحياة العضوية في الماء (العلق النباتي والحيواني). أما خط التقارب الأنتاركتيكي، الواقع تقريباً بين خطوط العرض الجنوبية ٥٥ و٦٠ درجة، فإنه يعتبر الحدود الشمالية الفيزيائية ـ الجغرافية لمنطقة القطب لجنوبي؛ بينما يُعتبر خط التقارب شبه الاستوائي حدوداً شمالية للمنطقة الجنوبية شبه القطبية Subantarctique ، وفي الوقت نفسه، حدوداً تقريبية للمحيط الجنوبي، ويمر خط التقارب شبه الاستوائي عبر أطراف نيوزيلاندا وأوستراليا وأفريقيا وأميركا

الجنوبية، أي أنه يمر تقريباً بين خطوط العرض الجنوبية ٤٠ و٤٥ درجة.

١٤ـ٢. ما هي ميزات المناخ في المنطقة القطبية الشمالية (أركتيكا)؟

هناك ميزتان أساسيتان تحددان مناخ الصحراء القطبية الشمالية، هي: الرطوبة الفائضة، والانخفاض الهائل في درجات حرارة الهواء. فالرطوبة الفائضة تعني في علم المناخ تبخراً ضئيلاً بالنسبة لهطول الأمطار، عندما تفوق نسبة هذه الأمطار كمية الرطوبة المتبخرة من سطح الأرض بمرتين ونصف تقريباً. أما درجة الحرارة في هذه المنطقة فإنها لا تتجاوز العشر درجات مئوية خلال السنة كلها.

وخلافاً للآراء السائدة، فإن موجات الصقيع القارس في فصل الشتاء لا تسيطر على المنطقة الوسطى في القطب الشمالي، وإنما بعيداً منها باتجاه الجنوب عند الدائرة القطبية في عمق القارة الآسيوية. لكن فصل الصيف في الأركتيكا يتميّز ببرودة قاسية، إذ يبقى الجليد سائداً على مدار السنة لأنه لا يذوب في وقت الصيف بصورة تامة. والجدير ذكره، أن ذوبان الجليد في الأركتيكا، بفعل أشعة الشمس في فترة النهار القطبي الطويل، يمتص تقريباً كل حرارة الشمس، التي تبدو بذلك، غير كامنة لتسخين الهواء. فمعدل درجات حرارة الهواء في وسط الأركتيكا يبلغ ٣٦ درجة مئوية تحت الصفر في فصل الشتاء، ويصل إلى الصفر تقريباً في الأشهر الدافئة من فصل الصيف. وفي هذه المنطقة، لا يتكرر حدوث موجات الصقيع القارس بصورة دائمة ـ حتى في تلك الفترة، عندما تبلغ درجة حرارة الهواء ٤٠ درجة مئوية تحت الصفر ـ ويؤثر في ذلك توافد التيارات الدافئة من مياه المحيطات عبر الجليد البحري. وفي بعض الأحيان، تصل درجات حرارة الهواء الدنيا إلى ٥٠ درجة مئوية تحت الصفر فقط فوق تلك الأجزاء الجليدية السميكة والكثيفة في بعض محطات القطاع الأميركي بالأركتيكا (في محطتي مولد بيي ويوركا ٥٢,٨ درجة مئوية تحت الصفر، وفي إيساكسن ٥٣,٩ درجة مئوية تحت

الصفر). أما درجات حرارة الهواء القصوى في وسط الأركتيكا، فإنها لا تتجاوز الخمس درجات مئوية، مع أنها تصل في بعض الأيام إلى ٣٠ درجة مئوية على سواحل بحار القطب الشمالي في القارة الآسيوية.

١٤ـ٣. ما الفرق في قساوة المناخ بين الأركتيكا والأنتاركتيكا؟

لو استخدمنا فهرس بودمان Bodman الإجمالي لتقييم قساوة الطقس، والذي يأخذ حركة الرياح ودرجات الحرارة بالاعتبار، فإننا نلاحظ أن ظروف الطقس في الأركتيكا شتاءً تتطابق تقريباً مع ظروف الطقس في الأنتاركتيكا صيفاً. فالفهرس الإجمالي يراوح بين ٤,٦ و٦,٣ في القطب الجنوبي خلال أشهر الصيف (كانون الأول ـ شباط)، بينما يراوح بين ٥,٣ و٥,٦ في القطب الشمالي خلال الأشهر نفسها، التي تعتبر أشهر فصل الشتاء بالنسبة لنصف الكرة الشمالي. أما في محطة آيسميت، الواقعة في غرينلاندا على نفس المستوى تقريباً عن سطح البحر وعلى خط العرض الجغرافي نفسه بالنسبة لمحطة «بايونير» في الأنتاركتيكا، فإننا نلاحظ أن تناسب الفهارس في قساوة المناخ هو نفسه في المحطتين المذكورتين: يتراوح فهرس بودمان الإجمالي في محطة آيسميت بين ٦ و٧ شتاءً، وبين ٣ و٤ صيفاً، بينما يتراوح في محطة بايونير بين ١١ و١٢ شتاءً، وبين ٧ و٨ صيفاً. أما تفسير القساوة الخارقة للعادة في الطقس عند محطة بايونير، فإنه يعود إلى موقع المحطة الكائن على سفح قبة الأنتاركتيكا حيث تهب الرياح العنيفة بصورة دائمة. وحتى في محطة ڤوستوك (الشرق)، التي تعتبر من أكثر المحطات برداً وارتفاعاً في الأنتاركتيكا، وبحكم موقعها في الجزء الوسطي من الهضبة الجليدية حيث تخف حركة الرياح، فإن فهرس بودمان الإجمالي يبلغ ٩,٣ شتاءً و٥,٣ صيفاً، أي أقل من الفهرس الإجمالي في محطة بايونير.

١٤ـ٤. كيف نفسّر دفء حالة الطقس في الأركتيكا أكثر منها في الأنتاركتيكا؟

تحصل منطقة الأنتاركتيكا في فصل الصيف على نسبة تقارب

الـ ٧٪ من حرارة الشمس أكثر مما تحصل عليها الأركتيكا، ويعود ذلك إلى أن الأرض، وعند دورانها حول الشمس، تقع في شهر حزيران في أوجها(*) Aphélie،وفي كانون الأول في الحضيض (**) Périgée. وبصرف النظر عن ذلك، فإن مناخ المنطقة القطبية الجنوبية يتميّز بقساوة شديدة أكثر منها في المنطقة القطبية الشمالية. وكما يبدو، فإن ذلك تناقض بعينه، لكن تفسيره يتم بشكل مبسط للغاية. فقبل كل شيء، ترتفع اليابسة عند القطب الجنوبي عن مناطق اليابسة كافة على الأرض بالنسبة لسطح البحر. ويزيد معدل ارتفاع القارة القطبية الجنوبية عن سطح البحر بـ ٢٠٠٠ متر، بينما يبلغ متوسط ارتفاع القارة الآسيوية ٩٠٠ متر عن سطح البحر، وهي تأتي في الدرجة الثانية حسب الارتفاع. وقد بدت اليابسة في الأنتاركتيكا مرتفعةً جداً عن سطح البحر بسبب طبقة الجليد الكثيفة التي كست صخور اليابسة الأصلية، والتي تبلغ سماكتها ١٨٠٠ متر تقريباً كمعدل وسطي. أما في الجزء الوسطي لقبّة الأنتاركتيكا، فإن سماكة طبقة الجليد تكاد تبلغ الأربعة آلاف متر في المركز الهندسي Centre géométrique وحوالي ٣٥٠٠ متر في المحطة السوفياتية ڤوستوك (الشرق)، وحوالي ٢٨٠٠ متر في القطب الجغرافي نفسه. أما في وسط الأركتيكا، فإن ارتفاع سطح الحقول الجليدية التي تكسو مساحة المحيط المتجمد الشمالي تتناسب تقريباً مع سطح البحر، إذ أنه لا يتعدى أمتاراً معدودة. إذن، فمناخ الأنتاركتيكا ينبغي أن يكون أكثر برداً من مناخ الأركتيكا بـ ١٣ درجة مئوية كمعدل وسطي، وذلك بسبب الفرق بين ارتفاعي هاتين القارتين عن سطح البحر. ويبلغ هذا المعدل ٢٨ درجة مئوية على قمم القبب الجليدية، إذا لم نأخذ بالاعتبار هبوط درجة حرارة الهواء بمعدل ٦,٥ درجات مئوية لكل كيلو متر واحد من الارتفاع.

لكن هذا ليس كل شيء، فثمة سبب آخر لا يقل أهمية عن السبب

(*) أوج Aphélie. النقطة التي يكون فيها الكوكب السيّار أبعد ما يمكن عنه.

(**) حضيض Périgée. أقرب نقطة إلى الأرض في مدارها حول الشمس.

الأول ومفاده، أن للمحيط المتجمد الشمالي اتصالاً حراً بالمحيط الأطلسي على مساحات شاسعة بين غرينلاندا والحدود الشمالية للقارة الأوروبية، حيث تتسرب مياه الأطلسي الدافئة، بما في ذلك تيار «مجرى الخليج» golfstream الدافىء (انظر ١٣ـ ١٢) تحت الطبقات الجليدية في الأركتيكا، وتعطي كميات هائلة من الحرارة لهذه القارة مما يعمل على تلطيف المناخ فيها.

وفضلاً عن ذلك، هناك عشرات الأنهر الكبيرة التي تصب في المحيط المتجمد الشمالي والتي تجري في أوراسيا وأميركا الشمالية. كما تحصل الأركتيكا، بالإضافة إلى مياه هذه الأنهر الحلوة، على كميات إضافية على مدار السنة من الحرارة التي تفتقر إليها الأنتاركتيكا. والجدير بالذكر، أن المحيط الجنوبي لا يتضمن تيارات محيطية موجّهة على خطوط الطول مثل «مجرى الخليج»، فهو يحتوي على أكثر التيارات قوةً في المحيطات العالمية كافة مثل: تيار الدوران Circulation الانتاركتيكي، المتجه على خطوط العرض من الغرب نحو الشرق، والتي تفوق قوته قوة تيار «مجرى الخليج»، بست أو ثماني مرات.

١٤ـ ٥. هل كانت حالة الطقس في الأنتاركتيكا أكثر دفئاً مما هي عليه الآن؟

نعم، لقد كانت حالة الطقس في الأنتاركتيكا أكثر دفئاً مما هي عليه الآن، بل كانت أكثر برداً، فقد ساد المناخ الدافىء منطقة الأنتاركتيكا في العصور ما قبل الدور الرابع. تماماً مثل أقسام الكرة الأرضية كافة. وقد تم العثور بين الترسبات القديمة العهد في القارة المتجمدة الجنوبية على طبقات تعود إلى العصر الحيواني الأوسط، وشملت عظام الهياكل العظيمة لأم القرفة[*] Pongolin التي كانت تعيش في المناخ الدافىء، الذي ساد المنطقة القطبية الجنوبية منذ مئتي مليون سنة. وقد أكدت رواسب الفحم الحجري، التي تم اكتشافها في

(*) أم القرفة Pangolin . حيوانات آكلة النمل.

الأنتاركتيكا، أن هذه القارة لم تكن مرهونةً للجليد بصورة دائمة. فالتحليل الذي أجري على عيّنات من الجليد تم الحصول عليها بواسطة حفر الآبار المخبرية في محطة ميرني، يبيّن ظهور فترات من الارتفاع في درجات الحرارة بعد تجمّد الأنتاركتيكا. وفي محطة ميرني، بلغ عمر الجليد على عمق ٩٥٠ متراً ٤٦ ألف سنة. أما الارتفاع الأخير في درجات الحرارة، فقد تم منذ عشرة آلاف أو خمسة عشر ألف سنة.

١٤ـ٦. ما هي واحات الأنتاركتيكا؟

إن واحات الأنتاركتيكا ليست على الإطلاق تلك الينابيع المائية المنبعثة تحت ظلال أشجار النخيل كما نتصوّر واحات الصحارى الرملية في افريقيا الاستوائية أو في الشرق الأوسط. فهذه الواحات في الأنتاركتيكا هي أقسام من الصخور ليست كبيرة، تقع قرب السواحل وتخلو من الجليد والثلوج بصورة تامة، وتميّزها عن الصحراء الجليدية الألوان البنيّة والخضراء والبنيّة ـ الحمراء. كما أنها تتميّز في فصل الصيف بكؤوس زرقاء من البحيرات المتصلة ببعضها البعض عبر الأنهر الصغيرة. إن هذه اللوحة الطبيعية لمنطقة الأنتاركتيكا ليست اعتيادية، بحيث أن الملاحين النروجيين عندما شاهدوا، لأول مرة، هذه الأعجوبة على سواحل خليج ماكينزي، قارنوها بمقاطعة بستفول الرائعة في النروج. وبعد مرور عشرين سنة، وعندما قام الجغرافيون السوفيات بتفقّد هذا القسم الساحلي، أطلقوا عليه رسمياً تسمية «واحة بستفول». وبعد ذلك تم اكتشاف العديد من الواحات المشابهة في الأنتاركتيكا التي يعرف منها حالياً الواحات التالية: واحة بانغر، وواحة تيريشكوفا ـ نيكولايفا، واحة غريرسون، واحة شرماخر وغيرها. وقد تم بناء محطات علمية في هذه الواحات منها، محطة مولوديوجنايا. ومحطة لازاريف الجديدة. أما فيما يتعلق بأحوال الطقس في هذه الواحات، فإن ظروفاً خاصة تتكوّن على سفوح الصخور السمراء المعرّضة لأشعة الشمس، إذ أن درجة حرارة سطح هذه السفوح تبلغ ٣٠ درجة مئوية. وفي فصل الشتاء، يتميز الطقس في الواحات بالبرودة كما في أرجاء الأنتاركتيكا كافة.

أما مساحة اليابسة الخالية من الجليد في الأنتاركتيكا، فإنها تبلغ أربعين ألف كيلومتر مربع فقط، في الوقت الذي تبلغ فيه مساحة القارة القطبية الجنوبية ١٤ مليون كيلومتر مربع.

١٤ـ٧. هل تصحّ تسمية الأركتيكا والأنتاركتيكا بالصحارى الجليدية؟

لا شك أن قارتي القطبين الشمالي والجنوبي من الكرة الأرضية تلائما دلائل الصحارى من ظروف الحياة وانتشار النباتات ووفرة العالمين البشري والحيواني. فالأنتاركتيكا والأركتيكا الوسطى لا تقطنهما سكان دائمون، وتشح فيهما النباتات بصورة قاطعة، لكن الحيوانات المائية تقطنهما بشكل أساسي، إذ يمكننا رؤيتهما عادةً على سطح الجليد في فترة النهار القطبي صيفاً. وهذا لا يعني على الإطلاق أن المناطق المجاورة للقطبين مجردة من الحياة: فالحياة هنا لا تتوقف أبداً، لكنها توجد بشكل ممكن واحد وفي ظروف قاسية جداً على خطوط العرض العليا مع أنها تنمو بسرعة في فصل الصيف عند حلول النهار القطبي وسطوع الشمس كي تعود لتتوقف في فصل الشتاء القطبي.

أما درجة حرارة الماء تحت الجليد في المحيط المتجمد الشمالي، فإنها تبلغ درجة مئوية واحدة تحت الصفر في فصل الشتاء مع ملوحة في المياه تقارب الـ ٣٠٪، أي أن درجة حرارة الماء تقترب من نقطة التجمّد التي تبلغ ١,٦ درجة مئوية تحت الصفر. وعلى عمق مئات الأمتار، تبلغ درجة حرارة الماء مقداراً موجباً، حوالي درجة مئوية واحدة. أما في فصل الصيف، فإن درجة حرارة الماء تقارب الصفر في الأماكن غير المتجمدة بين الحقول الجليدية، بينما تبقى مساويةً لمقدارها في فصل الشتاء على عمق يراوح بين ١٠٠ و١٥٠ متراً.

إن هذه الصورة تتشابه مع غيرها في مياه الأنتاركتيكا بالمحيط الجنوبي، حيث تتميز إلى حدّ ما بملوحة أكثر وبانخفاض ضئيل جداً في درجات الحرارة. وبهذا النظام من درجات الحرارة تتكيف أنواع عديدة من الحيوانات التي تقع معظمها في سُبات الشتاء. أما الجليد البحري في

الأنتاركتيكا، فإنه يتميّز بطبقات رقيقة وقياسات صغيرة بالمقارنة مع الجليد البحري في الأركتيكا، ويعمل في فصلي الربيع والصيف على تمرير كميات كبيرة من أشعة الشمس مما يحطم بنيته بسرعة. لذلك، فمن الملاحظ، أن الحيوانات البحرية في مياه الأنتاركتيكا هي أكثر غنى منها في مياه الأركتيكا، وأن عدد الكائنات الحية في الأنتاركتيكا يفوق عددها في الأركتيكا بمرتين. وإلى جانب الحيتان والدلافين المتوحشة التي تعيش في مياه المحيط الحنوبي، هناك أيضاً العجول والأسُود والفيلة البحرية والنمور وعدد هائل من السراطين (غذاء الحيتان الأساسي) على أنواعها.والخيار البحري والحبّارة (أم الحبر)(*) Calmar وأنواع مختلفة من الأسماك ويمكننا اعتبار البطريق (الأكتع) manchot من الحيوانات التي تعيش في مياه المحيط المتجمد الجنوبي وليس لها أي أثر في الأركتيكا، بينما ينتفي وجود الدببة البيضاء والفيلة البحرية والذباب والبرغش والبعوض في الأنتاركتيكا.

١٤ـ٨. ما هي الطيور التي تستطيع التكيف بمناخ الأنتاركتيكا؟

تقطن قارة الأنتاركتيكا طيور بحرية تقتات، كباقي الحيوانات، من المحيط باستثناء نوع واحد يخرج إلى اليابسة. فالطيور الأساسية في منطقة القطب الجنوبي هي البطريق (الأكتع) manchot والنوء Pétrél وفي مياه المحيط الجنوبي يسبح ١٧ نوعاً من حيوان البطريق، ينتشر نوعان منها في الأنتاركتيكا بشكل أساسي: بطريق عادل Adel والبطريق الأمبراطوري. فالنوع الأول يتميز بحجمه الكبير ولونه الأسود و«مئزره» الأبيض الكبير، ويعيش في الأنتاركتيكا ابتداءً من الربيع وحتى نهاية الخريف، ويهاجر في الشتاء عائماً على الجليد باتجاه خطوط العرض الشمالية.

ويلاحظ تكاثر هذا النوع من البطريق في المنطقة الاستوائية من نصف الكرة الجنوبي على خط عرض ٧ درجات. أما البطريق

(*) الحبّارة (أم الحبر) Calmar. رخوية، تؤكل، وهي ذات أذرع عشرة تفرز سائلاً أسود كالحبر.

الأمبراطوري، فهو ضخم يبلغ ارتفاعه حوالي المتر، وهو من اللون الرمادي ـ الذهبي. ويضع هذا البطريق فراخه على الجليد الأنتاركتيكي في الشتاء، ويغذيها بالطعام المخزّن في حوصلته منذ الخريف. والجدير بالذكر، أن البطريق لا يقيم لنفسه وكراً كباقي الطيور. أما البطريق عادل Adel، فإنه يضع بويضاته مباشرةً على صخور الشواطىء، بينما يحتفظ البطريق الامبراطوري بها بين طيّات قوائمه الدهنية.

أما طائر النوء Pétrél فإن عدد أنواعه يزيد على المئة في المحيط الجنوبي، بينها طيور صغيرة يبلغ وزنها ٤٠ غراماً، وطيور كبيرة يصل وزنها إلى عشرة كيلو غرامات تسمّى القادوس Albatros فالقواديس المتجوّلة لها أجنحة يبلغ طولها أربعة أمتار، وهي تقطن البحار شبه الاستوائية، وإلى الشمال من هذه البحار حتى خط التوازي ٣٠، وإلى الجنوب منها حتى خط عرض ٥٠ درجة. وبإمكاننا أن نصادف طائر النوء الثلجي عند أطراف الجليد القطبي حتى في فصل الشتاء.

وبالإضافة إلى هذين النوعين من الطيور، تعيش في الأنتاركتيكا أيضاً أنواع عديدة من النورس والحمام الكابي والخطّاف البحري. ويعيش البط والغرياق (غراب البحر) والشُنقب في الجزر الشمالية من منطقة شبه الأنتاركتيكا.

١٤ـ ٩. هل ثمة طيور تهاجر من الأنتاركتيكا باتجاه الأركتيكا؟

نعم، وهي طيور قطبية من فصيلة النورس. فهذه الطيور تفرّخ مرتين في السنة في كلا قطبي الكرة الأرضية، وتقوم بالهجرة من الأركتيكا باتجاه الأنتاركتيكا وبالعكس قاطعةً السواحل الغربية لقارتي أوروبا وأفريقيا. وقد لوحظت أعداد هائلة منها في جزيرة واترلو (جنوبي الجزر الاسكوتلاندية)، ونادراً ما تحط هذه الطيور في جزر خطوط العرض العليا من المحيط الجنوبي.

١٤ـ ١٠. كيف هي الحياة في الأركتيكا؟

إن الظروف المناخية القاسية تحدّد الفقر النسبي في نباتات الأركتيكا وحيواناتها. ويسود جزر الأركتيكا وجود الطحالب والأشنة

(جزّاز الصخر) وبعض أنواع النباتات المزهّرة، بالإضافة إلى الأعشاب والشجيرات الصغيرة. ، وتكوّن نباتات الطوندرا في العديد من الأماكن أغطية متراصّة وكثيفة، كما يصادف في هذه القارة أيضاً الفطر والتوت. وتتميز الأعشاب البحرية فيها بالوفرة وتعدد الأنواع، حيث يوجد ما يقارب الـ ١٥٠ نوعاً منها. أما الحيوانات البحرية، فإنها تكوّن الجزء الأساسي والأكبر من العالم الحيواني في الأركتيكا الوسطى، والذي يتألف من الفيلة والعجول البحرية والحيتان والدلافين والهركول Balénoptére (نوع من الحيوانات البحرية اللبونة). كما توجد في مناطق الأركتيكا القارية ثعالب بيضاء وقوارض أخرى. أما في شمال غرونلاندا وعلى جزر الأرخبيل الكندي الأركتيكي، فإننا نشاهد غزال المسك. وتنتشر الدببة البيضاء والغزلان الشمالية في كل مكان من الأركتيكا. وتعتبر هذه القارة غنيةً جداً بالطيور والأسماك على مصبّات الأنهر.

١٤ـ ١١. أين يقع قطب الرياح؟

يمكننا اعتبار السفوح الساحلية للقسم الشرقي من قارة الأنتاركتيكا أكثر الأماكن عنفاً بالنسبة لهبوب الرياح على الكرة الأرضية. فالهواء البارد يكوّن عند تسرّبه من هضبة الأنتاركتيكا رياحاً ثابتة وعنيفةً جداً، وذلك في فصل الشتاء، بشكل خاص، عندما تتجاوز سرعة الرياح الـ ٥٠ متراً في الثانية أو الـ ١٨٠ كيلومتراً في الساعة، وتسمى هذه الرياح رياحاً جارية. وقد اتخذت هذه الرياح شهرةً واسعةً خصوصاً في منطقة رأس دينيسون وعلى أرض المحطات العلمية «مووسون» و«ميرني». فالرياح الجارية تتميز بسرعة هبوب مرتفعة جداً وبنشوء مفاجىء وتنتشر إلى الأعلى على ارتفاع يراوح بين ٢٠٠ و٣٠٠ متر. وبما أن هذه الرياح تهب فجأةً، فإنها تتوقف بشكل مفاجىء أيضاً خارج إطار العلاقة الظاهرة بالتوزع الأفقي للضغط الجوي. واقتراناً بدرجات حرارة الهواء المنخفضة، فإن الرياح الجارية تكوّن ظروفاً صعبة فوق العادة لتواجد الإنسان، مما يضطره للبحث عن مخابىء في المنازل تحت طبقات الثلج الواقية.



ساحة الرصد الجوي في الأركتيكا

من جهة ثانية، ففي عامي ١٩١٢ و١٩١٣ استغرقت رحلة البعثة العلمية الأوسترالية إلى رأس «مووسون» ٢٣٥ يوماً خلال ١٢ شهرا. وقد بلغت سرعة الرياح آنذاك ١٨ متراً في الثانية. وفي بعض الأحيان، راوحت سرعة الرياح في هذا المركز من ساحل الأنتاركتيكا بين ٧٠ و٨٠ متراً في الثانية، مما حمل العلماء الأوستراليين على إطلاق تسمية «قطب الرياح» على رأس دينيسون. ومع أن هذه التسمية ليست رسميةً، فهي معروفة جداً، وتستخدم على نطاق واسع في الأبحاث العلمية الجارية في الأنتاركتيكا.

١٤ـ١٢. أين يقع القطب المغنطيسي الجنوبي؟

لقد حدّد فريق شيكلتون للعلماء البريطانيين في ١٦ كانون الثاني عام ١٩٠٩ نقطةً على الكرة الأرضية تتوقف عندها إبرة البوصلة المغنطيسية عمودياً في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية. وكانت هذه النقطة موجودةً في تلك الفترة الزمنية على هضبة عالية من أرض آديلي في شرق الأنتاركتيكا على بعد ٦٠٠ كلم من الساحل عن خط العرض

الجنوبـي ٧٢ درجة و٢٥ دقيقة وخط الطول الشرقي ١٥٥ درجة و١٦ دقيقة. وفيما بعد، تحوّل القطب المغنطيسي الجنوبـي نحو الشمال ووجد في عام ١٩٧٧ في الماء بالقرب من الساحل في بحر دورڤيل. أما أسباب إزاحة الأقطاب المغنطيسية للأرض. فإنها ترتبط بالعوامل التي حدثت داخل قشرة الكرة الأرضية.

١٤ـ١٣. ما هو القطب الجيو مغنطيسي؟

إن القطب الجيو مغنطيسي هو نقطة تقاطع محور الأرض المغنطيسي مع سطحها. فمواقع الأقطاب الجيو مغنطيسية يجري تحديدها بالطريقة النظرية، وتُحسب انطلاقاً من فرضيّات تقول إن الأرض كرة مغنطيسية متجانسة، بحيث يشكل محورها المغنطيسي مع محور دوران الأرض، في الوقت الحاضر، زاوية ١١ درجة و٣٠ دقيقة تقريباً، وفي منتصف القرن الحالي، كانت إحداثيات الأقطاب المغنطيسية للأرض على الشكل التالي: خط العرض الشمالي ٧٨ درجة و٣٦ دقيقة، خط الطول الغربـي ٧٠ درجة و٦ دقائق، خط العرض الجنوبـي ٧٨ درجة و٣٦ دقيقة، خط الطول الشرقي ١٠٩ درجات و٥٤ دقيقة.

من جهة أخرى، قامت بعثة أنتاركتيكا العلمية السوفياتية بقيادة أ. تريشنيكوف في ١٦ كانون الأول عام ١٩٥٧ ببلوغ القطب الجيو مغنطيسي الجنوبـي لأول مرة بواسطة القطار ـ المزلاج، وقامت هناك ببناء محطة ڤوستوك (الشرق) العلمية، فالقطب الجيو مغنطيسي الجنوبـي يقع على ارتفاع ٣٥٠٠ متر عن سطح البحر في نقطة تبعد عن محطة «ميرني» الساحلية مسافة ١٤١٠ كيلومترات. ويعتبر القطب المغنطيسي الجنوبـي من أشد المناطق قساوةً في الطقس على الكرة الأرضية، حيث درجة حرارة الهواء منخفضةً عن الستين درجة مئوية تحت الصفر لمدة ستة أشهر كاملة. وفي ٢٤ آب عام ١٩٦٠ تم تسجيل انخفاض قياسي لدرجة حرارة الهواء في القطب الجيومغنطيسي الجنوبـي إذ بلغت ٨٨,٣ درجة مئوية تحت الصفر.

١٤ـ١٤. ما هو قطب «الحصانة النسبية»؟

لقد تم إطلاق هذه التسمية على نقطتين في الأركتيكا والأنتاركتيكا

بعيدتين جداً عن المناطق المأهولة من الكرة الأرضية، ويشكل وصول الإنسان إليهما صعوبة كبيرة. وينطبق موقع هاتين النقطتين مع قطبي الأرض الجغرافيين. إذن، فقطب «الحصانة النسبية» في الأركتيكا هو عبارة عن المركز الهندسي Centre géométrique للقارة الجليدية، الذي يقع في الجزء الوسطي للقبة الجليدية في الأنتاركتيدا Antarctide على بعد ٢١٠٠ كلم عن محطةِ «ميرني» وعلى ارتفاع ٤٠٠٠ متر تقريباً عن سطح البحر، وقد تم بلوغ قطب «الحصانة النسبية» في الأنتاركتيدا لأول مرة في ١٤ كانون الأول عام ١٩٥٨ بواسطة القطار ـ المزلاج التابع للبعثة العلمية السوفياتية الثالثة بقيادة ي. تولنيكوف و أ. نيقولايف. وفي صيف عام ١٩٥٨، عملت في هذا القطب محطة علمية أطلق عليها «الحصانة النسبية». أما في الأركتيكا، فإن قطب «الحصانة النسبية» يقع على بعد ٦٠٠ كلم تقريباً عن القطب الجغرافي الشمالي على خط الطول الشرقي ١٧٠. وقد قامت البعثة العلمية الجوية السوفياتية ببلوغ هذا القطب لأول مرة في عام ١٩٤١ على متن طائرة « CCCP H-169».

١٤ـ١٥. كم تبلغ مساحة الجليد القطبي، وما هي المسافة التي تفصله عن القطبين الشمالي والجنوبي؟

يمتد الغطاء الجليدي الأبدي في النصف الشمالي من الكرة الأرضية حتى خط عرض ٧٢ درجة كمعدل وسطي في البحار والمحيطات واليابسة، أي أن حدوده الجنوبية تبعد عن القطب الشمالي مسافة ٢٠٠٠ كلم تقريباً. أما حدود الجليد البحري في المحيطين الهادىء والأطلسي، فإنها تمتد في مجال يبلغ مئات الكيلومترات، وذلك يتعلق بفصول السنة وظروف الطقس وحالة التيارات البحرية. وتبلغ مساحة الجليد في الأركتيكا ٨ ملايين كلم مربع تقريباً في فصل الصيف، وتتراوح بين ١١ و١٢ كلم مربعاً في فصل الشتاء. وبالأضافة إلى ذلك، ثمة أنهر متجمدة في الأركتيكا تبلغ مساحتها حوالي ميلوني كلم مربع. أما في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية، فإن التقلبات الفصلية في وضعية حدود الجليد البحري كبيرة جداً. ففي هذه المنطقة، يمتد حتى خط التوازي ٦٠ في شهر أيلول، ويمتد في فصل

الشتاء حتى أماكن مختلفة من قطاعات الأطلسي والهندي في الأنتاركتيكا على خط العرض ٥٥ درجة، أي أن حدود الجليد تبعد عن القطب الجنوبي مسافة تزيد على ٣,٥ آلاف كيلومتر. أما في فصل الصيف وفي بداية الخريف، فتنحسر حدود الجليد البحري إلى خط العرض ٦ و٨ درجات، أي حتى مسافة ٨٠٠ كلم باتجاه الجنوب. أما مساحة الجليد البحري في القطب الجنوبي، فإنها تبلغ ٢٠ مليون كلم مربع في الشتاء، و٢,٥ مليوني كلم مربع ونصف فقط في فصل الصيف. وتكسو أنهر الأنتاركتيدا المتجمدة مساحة تبلغ ١٤ مليون كلم مربع تقريباً.

١٤ـ١٦. ما هو الجبل الجليدي العائم Iceberg؟

الجبل الجليدي العائم هو عبارة عن كتل هائلة منفصلة عن القارة القطبية الجليدية تسبح في البحار والمحيطات. فارتفاع القسم العائم لهذه الكتلة الجليدية يتجاوز عشرات الأمتار وحتى المئات. بينما يزيد حجم القسم الغاطس لهذه الكتلة عن حجم القسم العائم بخمس أو ست مرات. أما القياسات الأفقية لهذا الجبل الجليدي، فهي كبيرة جداً. وتبلغ مئات الأمتار وحتى عشرات الكيلومترات (في الأنتاركتيكا). وفي بعض الأحيان تتجاوز مساحة كل جبل على حدة عدة مئات من الكيلومترات المربعة. وتتحرك هذه الجبال الجليدية مع التيارات البحرية، وتنقسم إلى ثلاثة أنواع: العمودي، والقببيّ، والمنهار الذي يتشقق عادةً عندما تقلّ متانة الجليد في فصل الصيف.

١٤ـ١٧. ما هي المسافة الفاصلة بين الجبال الجليدية العائمة في المحيطات وبين حدود الجليد الكثيف؟

تعوم الجبال الجليدية في شمال المحيط الأطلسي على خط العرض ٤٠ درجة ويصل حطامها إلى خط العرض ٣٦ درجة. وفي المحيط الجنوبي، تشاهد الجبال الجليدية العائمة بكميات أكثر منها في النصف الشمالي من الكرة الأرضية، لكنها لا تعوم إلى مسافات طويلة باتجاه خط الاستواء. وتتوقف عند خط العرض ٤٥ درجة في المحيط الأطلسي وعند خط العرض ٥٠ درجة في المحيطين الهادىء والهندي.

إلاّ أن هذه الجبال الجليدية تشاهد، في أكثر الأحيان، على بعد يراوح بين ١٠٠ و١٢٠ كيلومتراً عن سواحل الأنتاركتيدا، وحتى على بعد يتراوح بين ٤٠٠ و٥٠٠ كيلومتر.

١٤ـ١٨. ما هي كمية الجليد التي تحملها الجبال الجليدية العائمة معها من خطوط العرض القطبية؟

يعوم في المحيط الجنوبي كل عام ما يزيد على مئتي ألف جبل جليدي يبلغ حجمها ١٨ ألف كيلومتر مكعب من جليد المياه الحلوة. ويجب الأخذ بالاعتبار أن المعدّل الزمني لوجود الجبال الجليدية المنفصلة عن جليد الأنتاركتيكا يبلغ ١٣ عاماً كحدّ وسطي. ولذلك، فإن التناقص في جليد الأنتاركتيكا، على حساب تكوّن جبال جليدية جديدة، يبلغ حوالي ١٣٧٥ كيلومتراً مكعباً من الجليد في السنة. ومن ناحية ثانية، فإن الأنهر المتجمّدة في غرويىنلاندا تصدّر إلى المحيط الأطلسي جبالاً جليدية عائمة بنسبة تقلّ بسبع أو ثماني مرات عن تلك التي تصدّرها الأنهر المتجمّدة في الأنتاركتيدا بالمحيط الجنوبي.

١٤ـ١٩. هل تهطل الأمطار وتهبّ العواصف الرعدية في الأركتيكا والأنتاركتيكا؟

تتساقط في البلدان القطبية، بشكل أساسي، أمطار بلورية على شكل ثلوج وحبيبات ثلجية وأبر جليدية. أما في الأركتيكا فتتساقط، في أغلب الأحيان، الثلوج المبللة أي الثلوج الممزوجة بالمطر، ولم يتم، حتى الآن، تسجيل هطول للأمطار. وفيما يتعلق بالعواصف الرعدية، فإنها لا تهب كل عام، وينحصر نشوؤها عادة على سواحل القارة الآسيوية. أما في الأنتاركتيدا، فالأمطار لا تهطل أبداً، وتقتصر المتساقطات على الثلوج والحبيبات الثلجية والبلورات الجليدية. وقد تم في أعلى شمال شبه الأنتاركتيكا تسجيل هطول الأمطار الجليدية فقط، ولم يسجّل أي هبوب للعواصف الرعدية خلال أعوام المراقبة والبحث العلمي للعديد من البعثات العلمية من بلدان مختلفة، أما في جزر شبه الأنتاركتيكا، فتتساقط الأمطار في فصل الصيف بالإضافة إلى الثلوج،

ونادراً ما تهبّ العواصف الرعدية، التي تم تسجيل بعض الحالات منها عند الحدود الشمالية لهذه المنطقة. من جهة أخرى، فإن انخفاض درجة حرارة المياه في المحيط الجنوبي يساعد على ثبات الهواء فوق سطحه الذي يعيق تنامي عمليات الحمل Convection.

١٤ـ ٢٠. ما هو الظلام الثلجي؟

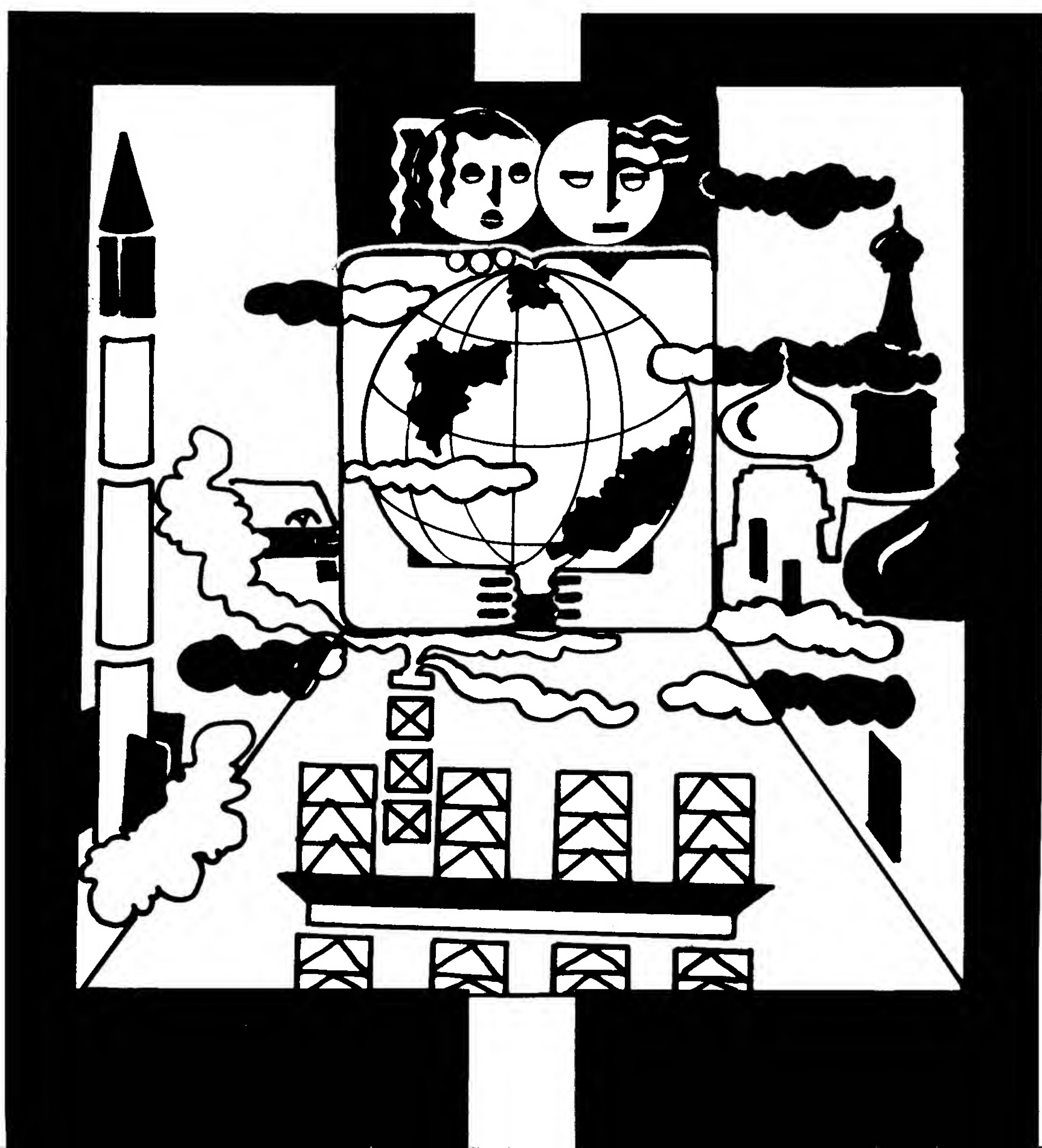
إن الظلام الثلجي أو العتمة الثلجية هو نوع من ضباب الصقيع وتعكّر للهواء يسببه الغبار الثلجي الطفيف الموجود في الهواء بحالة إتزان. وتنشأ هذه الظاهرة في الأنتاركتيكا فوق المناطق القارية الداخلية بعد هبوب العواصف الثلجية، عندما تخفّ سرعة الهواء وتتراوح بين ثلاثة وخمسة أمتار في الثانية. أما مدى الرؤية، فإنه نادراً ما ينخفض إلى ما دون الأربعة كيلومترات عند حدوث الظلام الثلجي. لكن الرؤية تبقى في العادة أقل بكثير من الرؤية الاعتيادية التي يتميّز بها الهواء الشفاف والنقي جداً في الأنتاركتيكا.

١٤ـ ٢١. ما هو الظلام الأبيض؟

إن الظلام الأبيض هو ظاهرة بصرية Optique ترتبط بوفرة الإشعاع المنتشر وبوجود التباين في إنارة الأشياء، مما يجعلها غير مميّزة كما يحصل عند الغسق، فهذا الظلام الأبيض يحدث، في بعض الأحيان، بالبلدان القطبية عند تكاثف الغيوم المطبّقة والمساحيق المتجانسة بصورة جيدة والمستوية بحيث أنها تنشر أشعة الشمس بصورة جيدة، ويعتبر الظلام الأبيض ظاهرة خطيرة بالنسبة للطائرات والطوافات ووسائل المواصلات البرية عند تحركها على الجليد بين الشقوق وفي مناطق غير مستوية التضاريس.

الفصل الخامس عشر

تأثير الإنسان في الطقس والمناخ



الفصل الخامس عشر

تأثير الإنسان في الطقس والمناخ

لقد استطاعت البشرية عبر التاريخ أن تتأقلم مع تغيرات أحوال الطقس والمناخ على الأرض. فالتغيّرات في المناخ على الأرض أجبرت الناس على التنقل من مكان، أصبح فيه المناخ قاسياً، إلى مكان آخر يتمتع بمناخ أكثر اعتدالاً، أو على العكس من ذلك، أجبرت الناس على التمركز في أماكن أصبحت فيها ظروف المناخ ملائمة لحياتهم. ولكنه بصورة تدريجية، ومع نمو قدرة الناس على التكيّف بظروف المناخ القاسية نوعاً ما، ومع ازدياد عدد سكان الكرة الأرضية، اتسعت رقعة السكن للبشر شاملةً بذلك الصحارى الحارة والجافة بالإضافة إلى المناطق القطبية الرطبة والباردة.

وأخيراً، في عصرنا الراهن، أصبحت مكافحة العبث بالطبيعة وتلوثها ضرورة ملحة تزداد أهميتها يوماً بعد يوم. ويرتبط ذلك إلى حدّ كبير بالطقس والمناخ. فنطاق النشاط البشري اتسع بشكل كبير جداً بحيث أصبح يؤثر، بشكل بارز، في حالة الطقس خصوصاً في المدن الصناعية الكبرى، التي يبلغ عدد سكانها عدة ملايين.

من جهة أخرى، لاحظ الأطباء وعلماء المناخ تغيّرات إقليمية في المناخ. فطرح السؤال التالي نفسه: هل يمكن أن يتغيّر مناخ الكرة الأرضية نتيجة التأثير الاصطناعي للانسان؟ وإذا أمكن ذلك، فكيف ينبغي أن تكون هذه التغيّرات كي تصبح ملائمةً لحياة البشر؟ وفضلاً عن ذلك، فالعديد من الناس ينتابهم شعور بالقلق: ألا تهدد البشرية تغيّرات المناخ بالاتجاه السلبي؟ وهل يمكننا تلافي حدوث ذلك؟ وما حقيقة

هذا التهديد؟ وبالاضافة إلى ذلك كله، ثمة أسئلة كثيرة مشابهة يجري طرحها، بشكل خاص، عند حدوث شذوذ في تقلبات الطقس بعد موجات الصقيع الحادة أو بعد القيظ الشديد وكذلك بعد حدوث الفيضانات والجفاف وغير ذلك. وليس هناك أيةُ أجوبة جاهزة على جميع هذه الأسئلة. لذلك، سنحاول في هذا الفصل من خلال البحث أن نرد على هذه الأسئلة كلها.

١٥ــ١. ما هي «الجزر الحرارية»، ولماذا لم يعرف عنها أي شيء في السابق؟

لقد دخل هذا المصطلح باب الاستعمال منذ الثلاثينات عندما اكتشف علماء المناخ ارتفاعاً ثابتاً في درجات حرارة الهواء بالمدن الكبرى عن درجات حرارته في المناطق المتاخمة لهذه المدن. فهذه المدن التي يزيد عدد سكانها على المليون نسمة في البلدان الصناعية المتطورة، تبرز في واجهة الظروف المناخية كجزر فريدة من نوعها تتميّز بمعدل مرتفع لدرجات الحرارة. وهذا ما أدى إلى الإطلاق عليها تسميتها «الجزر الحرارية».

أما في العقود السابقة، فقد كان عدد المدن الصناعية قليلاً جداً ولم يحظ ارتفاع درجات حرارة الهواء فيها باهتمام كبير، مع أن هذا الارتفاع كان ملاحظاً من قبل العديد من خبراء علم المناخ في القرن الماضي. وفي الوقت الراهن، يبلغ عدد المدن، التي يتجاوز عدد سكانها المليون نسمة، مئتي مدينة، وسيرتفع هذا العدد في نهاية القرن العشرين إلى ثلاثمئة، وهذا ما ينبغي لعلماء المناخ أخذه بالاعتبار.

١٥ــ٢. ما الفرق في درجات حرارة الهواء بين المدن وضواحيها؟

يتراوح الفرق في درجات الحرارة بين المدن الكبرى وضواحيها، مثل موسكو ولينينغراد، بين درجة ودرجتين مئويتين كمعدل سنوي. ويمتد هذا الفرق ضمن مجال كبير حسب اختلاف أوقات السنة وأيامها

وظروف الطقس: ففي بعض الحالات الخاصة، يمكن أن تزيد درجة الحرارة في المدن بثماني أو عشر درجات مئوية عن غيرها في الضواحي، وفي الحالات الأخرى مثل حالة الغيوم الكثيفة وارتفاعها المنخفض لا تتم ملاحظة أي فرق في درجات حرارة الهواء بين المدن وضواحيها. ويتخذ هذا الفرق، في بعض الأحيان، طابعاً عكسياً، أي أن درجة الحرارة في الضواحي تفوق مقدارها في المدينة. أما في ظروف الطقس الخالي من الغيوم، كما في الصيف كذلك في الشتاء، فإن درجة الحرارة في المدن تكون عادةً أعلى منها في الضواحي ببضع درجات. ويلاحظ هذا الفرق عادةً في الفترات الليلية.

١٥ـ٣. كيف نفسّر ارتفاع درجات الحرارة في المدن الكبرى؟

لقد بلغ الارتفاع في درجات حرارة الهواء في المدن الكبرى بالاتحاد السوفياتي مثل موسكو ولينينغراد درجتين مئويتين خلال المئة سنة الأخيرة. إذن، ما الأمر؟

بما أن كمية الوقود المنحرفة في المدن هي أكبر منها في المناطق الريفية، وبالتالي فإن كميات من الحرارة تفرز بشكل أكثر إلى الهواء الخارجي، فإنّ السبب الرئيسي في ارتفاع درجات حرارة الهواء في المدن مختلف تماماً. وقد أظهرت الأبحاث الخاصة بهذه المشكلة أن حوالي تسعة أعشار من ارتفاع درجة حرارة الهواء في المدن يعود إلى اسوداد هواء المدن بالدخان، كما يعود، بشكل خاص، إلى ارتفاع نسبة غاز الكربونيك وبخار الماء وشوائب أخرى في هواء المدن، والتي تكوّن ما يسمّى بمفعول الدفيئة Green house effect. وفي الواقع، فإن لبعض الغازات، وخاصة المذكورة آنفاً، تركيباً جزيئياً مثلّث الذرات، كما تتميّز بقدرتها الاختيارية على امتصاص الطاقة الإشعاعية. وعندما تعمل هذه الغازات، بدون أي عراقيل، على تحرير الجزء الأكبر من أشعة الجزء القصير الموجات للطيف، والتي تتجه من الأعلى إلى الأسفل، أي من الشمس نحو سطح الأرض، تمتص هذه الغازات جزءاً كبيراً من الطاقة الإشعاعية الطويلة الموجات التي يعكسها سطح الأرض، أي الأشعة

المتّجهة من الأسفل إلى الأعلى. ولذلك، فإنّ تصدير سطح الأرض للحرارة إلى الفضاء الكوني يتناقص وتبقى الحرارة في طبقة الهواء السفلى المجاورة لسطح الأرض، وهذا ما يلاحظه الكثيرون في الليالي الصافية.

وبذلك، فإنّ السبب الرئيسي لارتفاع درجات حرارة الهواء في المدن هو تغيّر ظروف الاتزان الحراري ـ الإشعاعي فوق المدينة بالمقارنة مع الضواحي. وكذلك يلعب الانتقال الحراري للمباني المدفّأة في المدن دوراً هاماً، لكنه يبدو استثنائياً بالرغم من الآراء المؤكدة السائدة: يشكل دور هذا العامل للانتقال الحراري ١٠٪ فقط من الفرق في درجات الحرارة بين المدن والضواحي.

١٥ ـ ٤. بِمَ يتميز مناخ المدن الكبرى ونظام درجات الحرارة فيها عن غيرهما في الضواحي؟

ينبغي لنا التدقيق في فوارق المناخ المحلي microclimat بين المدينة وضواحيها، لأن العوامل الإجمالية التي تحدد المناخ هي نفسها في المدينة وفي الضواحي. فإلى جانب نظام درجات الحرارة في المدن الكبرى، يحدث أيضاً خللٌ في نظام الرياح وتصعب عملية التبادل أو الانتقال الهوائي ويتبدل نظام الأمطار وخصوصاً الخفيفة منها، بحيث تتساقط في المدن بكميات أكبر منها في الضواحي. هذا بالإضافة إلى تغيّرات الغطاء السحبي وشفافية الهواء transparence، التي تتضاءل على حساب الضباب الخفيف الذي يظهر، في أغلب الأحيان، ويقلل من مدى الرؤية بسبب تعكّر الهواء (يبقى مدى الرؤية ما فوق الكيلومتر الواحد بصورة دائمة). أما الضباب الذي يسبب انخفاضاً في مدى الرؤية إلى أقل من كيلومتر واحد، فهو، في الوقت الحاضر، نادر الحدوث في المدن بالمقارنة مع الضواحي، مع أن العديد من الخبراء كان يعتبر في السابق أن الضباب هو ميزة خاصة بالمدن أكثر منها في الضواحي.

١٥ ـ ٥. لماذا تُعتبر الحمامات الشمسية قليلة المفعول في المدن الكبرى؟

إنّ طاقة الأشعة الشمسية، في الواقع، تخف في المدن التي يبلغ

عدد سكانها عدة ملايين نسمة بالمقارنة مع المناطق المجاورة لهذه المدن بنسبة ١/ ٥ تقريباً. أما كمية الإشعاع الشمسي، فإنها تقلّ في المدن بمعدل مرتين في ساعات الصباح والمساء في حال انخفاض وضعية الشمس فوق الأفق (كما يحدث أيضاً في ساعات النهار شتاءً). وعند ذلك، فمن المهم أن نعلم أن الغبار والدخان في المدن يحجبان الجزء الأكثر أهميةً من الطيف الشمسي للكائنات الحية، وهو الجزء ما فوق البنفسجي الذي يعمل وحده على إضفاء السّمرة على البشرة بسبب الأشعة الشمسية.

ومن جهة أخرى، فإن سحب الدخان والظلام يقلّلان من فترة سطوع الشمس فوق المدينة بمئة أو مئتي ساعة، ويلاحظ هذا النقص في فترة سطوع الشمس عادةً في أشهر الشتاء وحتى في فصل الصيف أيضاً. أما وفرة الجزيئات الدقيقة الصلبة الملوّثة في هواء المدن، فإنها تزيد من نشاط تكوّن القطرات السحبية وحبيبات الثلج، لأن هذه الجزيئات تعمل على تجميع الرطوبة بصورة سهلة. وبنتيجة ذلك كله، فإننا نلاحظ تكاثر الغيوم في المدن أكثر من الضواحي، كما نلاحظ، في أغلب الأحيان، تساقط الأمطار والثلوج خاصةً الرذاذ والثلوج الخفيفة. ويلاحظ هذا الاختلاف بشكل واضح في مناطق المدينة المعرّفة لحركة الرياح السائدة. فمن شأن ذلك كله أن يجعل الحمامات الشمسية قليلة المفعول في المدن.

١٥ـ٦. لماذا يتنفس الناس في الضواحي بسهولة أكثر من المدينة؟

يشعر سكان المدن عملياً بصحة جيدة أكثر لدى خروجهم إلى الضواحي. وعند اقتراب الطائرة من المدن الكبرى يلاحظ ركابها سحباً دخانية فوق هذه المدن، بحيث لا يستطيعون من خلالها التمييز بين أجزاء المدينة كافة. وتنتشر هذه السحب على ارتفاع يتراوح بين أربعمائة وخمسمائة متر. كما تلاحظ هذه السحب الملوثة فوق المدن من على متن السفينة الفضائية. ففي حديث أدلى به حول انطباعاته عن مراقبة سطح الأرض من ارتفاع تحليق السفينة الفضائية، أكد رائد الفضاء

السوفياتي شاطالوف، الذي قام بثلاث رحلات إلى الفضاء، أن أجزاء كثيرة من المناطق الواقعة خارج المدينة تلاحظ بشكل جيد من القمر الاصطناعي بالإضافة إلى أثر مؤخرة السفينة في البحر، وأنه من الصعب جداً التمييز بين شوارع المدن الكبرى بسبب شفافية الهواء المتدنية فوق المدن.

وبنتيجة تلوث الهواء في المدن الكبرى، وخصوصاً تلك التي لا تتم فيها بشكل جيد مراعاة سبل مراقبة إلقاء المواد الملوثة في الهواء من المصانع ووسائل النقل (مثل طوكيو)، فإنّ سكان المدن يتأثرون بشكل مباشر بنتائج التلوث الذي يسبب ازدياداً في حالات الإصابة في مجاري التنفس العليا والأغشية المخاطيّة للبلعوم الأنفي والعينين.

١٥ـ٧. ما هي طبيعة ضباب لندن الشهير؟

تقع العاصمة البريطانية لندن عند مصب نهر تمزا بالقرب من شاطىء البحر في منطقة تتميز بمناخ بحري رطب. وتوجد في الهواء فوق لندن بصورة دائمة كميات كافية من الرطوبة، وتنشأ في أكثر الأحيان ظروف ملائمة لتكوّن الضباب. أما تلوث الهواء فوق لندن بنتيجة احتراق الوقود في المصانع ووسائل النقل وبسبب الدخان والفضلات الغازية للصناعة الكيماوية، فإنه يساعد على التكرار الدائم لظهور الضباب فوق المدينة بسبب وفرة الجزيئات الدقيقة، التي تعمل على امتصاص بخار الماء في الهواء وتسمى نُوى التكاثف noyaux de condensation، التي تتكون حولها القطرات المائية ـ أي الضباب. فالضباب، في أغلب الأحيان، يسبح فوق لندن شتاءً في شهري كانون الأول وكانون الثاني، عندما تتراوح درجة الحرارة بين درجة مئوية تحت الصفر وأربع درجات مئوية. وتتم مشاهدة هذا النوع من الضباب فوق مدن أخرى أيضاً مثل كوبنهاغن. وفيما يختص بضباب لندن، فإنه اتخذ شهرة واسعة ومؤسفة، في الوقت نفسه، نظراً لإلحاقه الضرر في صحة الناس، وقد دُعي فيما بعد بـ«التلوث الرطب». وفي نهاية السبعينات أصبح الهواء فوق لندن أكثر نقاءً وانخفضت نسبة ظهور الضباب بفضل التدابير النشيطة والفعّالة التي اتخذها مجلس بلدية المدينة.

١٥ـ٨. ما هو «التلوث الرطب»؟

التلوث الرطب هو عبارة عن مزيج سام من الدخان والفضلات الغازية للصناعة الكيماوية والضباب، أو مزيج أقل سمّيةً من نتاج احتراق الوقود في محركات وسائل النقل وصناعة مولّدات البخار مع الغبار وأنواع أخرى من تلوث هواء المدينة بدون ضباب. وقد أطلقت على التلوث الممزوج بالضباب تسمية «التلوث الرطب» أو تلوث لندن، بينما أطلقت تسمية «التلوث الجاف» على التلوث الخالي من الضباب. فمن هذا النوع الأخير من التلوث يعاني عدد كبير من المدن الكبرى في غرب الولايات المتحدة بما في ذلك مدينة لوس أنجلوس، كما تعاني منه العاصمة اليابانية طوكيو. وبينما يتكون التلوث الرطب عادة في فصل الشتاء، فإنّ التلوث الجاف ينشأ، في أغلب الأحيان، في فصل الصيف وفي بداية فصل الخريف، في ساعات ما بعد الظهيرة، عندما تتراوح درجات الحرارة بين ٢٥ و٣٠ درجة مئوية.

من ناحية أخرى، فإنّ التلوث يضرّ في بادىء الأمر بصحة الضعفاء جسدياً والأطفال والشيوخ والمرضى، لكنه يلحق الضرر أيضاً بجميع المخلوقات الحيّة بما في ذلك الحيوانات الأليفة كالكلاب والقطط. ومن أخطر أنواع التلوث ذلك النوع الذي يحتوي على فضلات كيميائية سامّة مثل أوكسيد الآزوت وحامض الغالوجين، وعلى مركبات الزنك والنحاس والكبريت والكاديوم وأوكسيد الهيدروجين. وفي مدينة طوكيو، وبسبب التلوث الكيميائي، يعاني أكثر من ٣٥٪ من سكان مناطقها الصناعية من أمراض الرئة. بينما يبلغ عدد الإصابات المتعلقة بالتلوث في مدينة دونور الأميركية حوالي ٦٠٪ من الأشخاص الذين تزيد أعمارهم عن ٦٥ سنة. وفي شوارع طوكيو يستخدم رجال شرطة السير أجهزة خاصة واقية تحتوي على الأوكسجين، وذلك بسبب طول فترة خدمتهم في الشوارع عند وجود سحب التلوث. وتساعد على ظهور سحب التلوث ظروف معينة في الطقس عندما تتكوّن حالة ركود في الهواء تتسبب عملياً في عدم تغييره فوق شوارع المدينة وساحاتها. ويحدث ذلك عادةً في حال سيطرة المرتفعات الجوية anticyclones

والطقس الهادىء عند تبرّد طبقةُ الهواء السفلى، أي عندما ترتفع درجة الحرارة بضع درجات في طبقات الهواء العليا على ارتفاع معيّن لبضع درجات عن درجة الحرارة في الطبقة السفلى (وهذا ما يسمّى بالانعكاس في درجات الحرارة inversion de température يترسب الهواء البارد في الطبقة السفلى ويرتفع الهواء الفاتر إلى الطبقة العليا).

إذن، فالمدن الواقعة في المناطق المنخفضة تتميز بتكرار حدوث الانعكاس في درجات الحرارة، وبالتالي هناك إمكانية لتكوّن سحب التلوث فوق المدينة في حال ارتفاع مستوى تلوث الهواء بالفضلات الصناعية الغازية. فعند ظهور سحب التلوث الخطرة على صحة الناس في العديد من المدن الكبرى بالولايات المتحدة الأميركية واليابان وأوروبا الغربية، يمتنع السكان من الخروج إلى الشارع لتلافي الإصابة بأمراض التلوث.

١٥ـ٩. هل تؤثر المدن الكبرى في حالة الطقس في الضواحي؟

عندما تقع المدن الكبرى على مسافات بعيدة الواحدة عن الأخرى، القليلة السكان نسبياً، في بلد ما، فإنّ التغيير في المناخ المحلي micro climat يُلاحظ فقط ضمن حدود هذه المدن والمناطق المجاورة لها. (يُلاحظ هذا التغيير بصورة واضحة في المناطق المعرّضة للرياح السائدة في المدينة وضواحيها). لكنه من الملاحظ أن المدن في البلدان الصناعية الصغيرة وكذلك المناطق الصناعية في البلدان المتطورة صناعياً فإنها تتسع بحيث تكاد تمتزج لتؤلف مجمعات صناعية متراصّة تمتد إلى عشرات الكيلومترات. وفضلاً عن ذلك، ثمة توجهات لإقامة المشاريع الصناعية الكبرى كالمحطات الحرارية الكبرى لتوليد الطاقة الكهربائية والمصانع الكيماوية وغيرها خارج حدود المدن في المناطق الريفية. ولذلك، فإنّ عوامل تغيير الطقس والمناخ المحلي ستظهر أيضاً في المناطق الريفية كما ظهرت في المدينة.

١٥ـ١٠. هل بإمكان مناخ الأرض أن يتغيّر بفعل تأثير النشاط البشري؟

بإمكان ذلك أن يحصل في حال أخذ الإنسان بالتأثير بصورة جدية

في العوامل الطبيعية لتكوّن المناخ، مما يؤدي إلى الخلل في ميزان إيرادات الحرارة واستهلاكها، وفي تبادل الرطوبة في نظام كبير ومعقد كنظام الكرة الأرضية والأتموسفير.

إذن، فما هي هذه العوامل؟

أولاً تدفّق حرارة الشمس وقدرة سطح الأرض على امتصاصها وعلى عكسها، ومن ثم قدرة الهواء في الأتموسفير والشوائب التي يحتويها هذا الهواء على تمرير الطاقة الإشعاعية واستيعابها. ولتسهيل المسألة، ينبغي اعتبار كمية الطاقة الإشعاعية الواردة إلى الأرض كميةً ثابتةً ضمن حدود الفترة الزمنية التي نعمل فيها على حلّ مسألة إمكانية تبدّل المناخ. وفي الحالة المعاكسة، وعندما تتغيّر قوة الإشعاع الشمسي، يتبدل مناخ الكرة الأرضية دون تدخل الإنسان وتأثيره فيه. ومما يعزّي البشرية في الوقت الحاضر تلك الدراسات والأبحاث التي أجراها العلماء والتي بيّنت أن البشرية، ستوقف في الوقت القريب، أو ستخفف، مما هي عليه الآن، من إحراق كميات كبيرة من الوقود العضوية التي يكفي احتياطها على الكرة الأرضية لمئة أو مئة وخمسين سنة فقط. وبذلك، فإنه طوعاً أو كرهاً ستقدم البشرية على إيجاد أنواع أخرى من الطاقة كالطاقة الذرية، التي لا يتطلب استعمالها استهلاكاً مسرفاً لمادة الأوكسجين كما لا يتطلب إفرازات كميات كبيرة من غاز الكربونيك...

وفيما يتعلق بالأوزون ـ الستار الهائل والواقي من الإشعاع الكوني المهلك، والذي تتمركز كتلته الأساسية في طبقة الستراتوسفير السفلى على ارتفاع يقارب الـ ٢٣ كيلومتراً، فإنّ وجوده اعتُبر في الآونة الأخيرة مهدداً بازدياد كمية أوكسيد الآزوت التي تحملها الطائرات إلى هذا الارتفاع (ينتج أوكسيد الآزوت عن احتراق الوقود في محركات الطائرات). وقد جرى في السنوات الأخيرة التأكيد على أن الفريون Fréon (سائل للتبريد) يشكل خطورة تامة لا نظير لها بالنسبة لطبقة الأوزون. أما أوكسيد الآزوت، فإن مفعوله يُبطل بسرعة نسبية عندما يتفاعل هذا الأوكسيد مع بخار الماء المتكوّن بكثرة عند احتراق الوقود في محرّك الطائرة.

وبما أن المواصلات الكمية لتغيّر محتوى غاز الكربونيك والأوكسجين والأوزون غير كافية في الأتموسفير حتى وقتنا الحاضر، فإنه من الخطأ صرف النظر عن التهديد الذي يسببه هذا التغيّر الواضح للغاية. فالمسألة تكمن في إمكانية أخذ هذا التغيّر في الاعتبار وتقدير تأثيره الممكن في ظروف الحياة على الكرة الأرضية ومناخها.

١٥ـ ١١. هل تستطيع البشرية أن تتكيف بالمناخ الجديد؟

إنّ من شأن أية تقلبات بأن المناخ تتنامى بوثبات، كأي ميزات أخرى للبيئة المحيطة، وتهلك كل ما هو حيّ على سطح الأرض، وأن تؤدي إلى تغييرات فعّالة في الكتلة الحيّة Biosphère. ويؤكد الأكاديمي السوفياتي ف. داڤيتايا أن «الكتلة الحية تحتوي، في الوقت الراهن، على ما يقلّ عن واحد بالمئة من أنواع الحيوانات والنباتات التي تعيش على سطح الأرض منذ ظهور الحياة عليها. أما النسبة الباقية فقد «فنيت». ومن المستبعد تقديم ضمانات للبشرية حول إمكانية العيش في حال حدوث أية تغييرات طارئة في البيئة المحيطة بما في ذلك المناخ، كما أنه من المستحيل التأكيد على أن الإنسان سيختفي من على وجه الأرض، كأي نوع آخر، في حال حدوث أية تغييرات في ظروف المناخ. فكل ذلك يتعلق بمقاييس تلك التغييرات ووتيرتها.

١٥ـ ١٢. في أي اتجاه يمكن أن يتبدّل المناخ على الأرض بنتيجة النشاط البشري؟

من الصعب جداً التنبؤ بالتغيّرات البشرية في المناخ. ولكنه إذا كانت هذه التغيّرات ضئيلة جداً من الناحية الكمية، فلا بدّ لها من أن تكون مؤثرةً على نطاق ما. وفي الواقع، فإذا استمر ارتفاع نسبة غاز الكربونيك في الهواء، كما يؤكد بعض العلماء، أكثر مما هو عليه الآن، فإن من شأن ذلك أن يؤدي في القرن المقبل إلى ارتفاع المعدل السنوي لدرجات حرارة الهواء لدرجتين «فقط»، وهذا ما سيعمل على تذويب الجليد في الأركتيكا والأنتاركتيكا، مما يؤدي إلى ارتفاع مستوى المحيط العالمي إلى ٧٠ أو ٧٥ متراً، وهذا يعني غرق العديد من المدن الكبرى

الواقعة على سواحل البحار والمحيطات، بالإضافة إلى مساحات كبيرة من السهول والمناطق الساحلية المأهولة في الوقت الحاضر.

من جهة أخرى، يؤكد فريق آخر من العلماء أنه إذا لم يحدث أي ارتفاع في معدل درجات الحرارة، وإذا بدأت، على العكس من ذلك، مرحلة برودة تدريجية على الأرض بنتيجة النقص في شفافية الهواء بسبب تلوثه المتزايد، فإن درجتين فقط من انخفاض المعدل السنوي لدرجات الحرارة كافيتان للتسبب في مرحلة تجمّد جديدة ـ اقتحام الجليد القطبي لخطوط العرض السفلى والمعتدلة. وفي الواقع، لا توجد وجهة نظر موحّدة تجاه هذه المشكلة، إذ أن فريقاً من العلماء يميل إلى الاعتقاد بإمكانية نشوء ثلاثة أنواع من المناخات على الأرض، إذا أخذنا بالاعتبار تأثيرات الإنسان المضرّة بالمناخ، وهي:

١) مناخ حار جداً ورطب، يشبه مناخ العصر ما قبل الجليدي؛

٢) مناخ أقل دفئاً، يشبه العصر الجليدي؛

٣) مناخ جاف جداً، قاسٍ وبارد يشبه مناخ مرحلة التجمّد الأخير.

وهناك فريق آخر من العلماء يعارض وجهة النظر هذه ويعتقد بالإمكانية المبدئية في وجود حالات عديدة في المناخ على سطح الأرض، بما في ذلك تلك الحالات التي لم يعرفها الإنسان حتى الآن.

لقد خضع كوكب الأرض في السابق لبرودة قاسية استمرت فترة زمنية طويلة. كما خضع لبرودة أخرى أقل قساوةً ولم تستمر لفترة زمنية طويلة نسبياً. فهاتان البرودتان صحبتا معهما عملية تجمّد العديد من المناطق الجغرافية في كلا نصفي الكرة الأرضية، ولم تكن هذه العملية مرتبطةً بالنشاط البشري بل كانت نتيجة التهاب البراكين على الأرض عندما قُذفت إلى الهواء كميات هائلة من الغبار البركاني، التي ترسبت في طبقة الستراتوسفير لفترة زمنية طويلة وتسببت في تخفيض شفافية الأتموسفير، أي أنها خفضت من قدرة الأتموسفير على تمرير الأشعة الشمسية إلى سطح الأرض.

١٥ـ١٣. ما هي خطورة تغير التركيب الغازي لأتموسفير الأرض؟

إنّ تغيّر محتوى الأوكسجين وغاز الكربونيك في هواء الأتموسفير، بالإضافة إلى إمكانية انخفاض نسبة الأوزون، تُعتبر، حسب رأي العديد من العلماء، من أكثر المشكلات جدية بالنسبة للبشرية. وبالاستناد إلى معطيات م. بوديكو، فإنّ محتوى غاز الكربونيك في الأتموسفير إزداد على مدى مئة سنة حتى عام ١٩٧٤ بنسبة ٠,٠٣٣٪ (من الحجم)، وأن درجة حرارة الهواء ارتفعت لنصف درجة مئوية. وحسب المعطيات نفسها، فإن محتوى غاز الكربونيك في الهواء سيبلغ حتى عام ٢٠٠٠ نسبة تتراوح بين ٠,٠٣٨ و ٠,٠٤١٪ (من الحجم)، وسترتفع درجة حرارة الهواء إلى درجة واحدة مئوية أو درجة ونصف الدرجة مئوية. وبالتالي، فحتى عام ٢٠٢٥ ستراوح نسبة غاز الكربونيك في الهواء بين ٠,٠٥٢ و ٠,٠٦٤٪ (من الحجم)، وسترتفع درجة الحرارة إلى نسبة تتراوح بين درجتين و٣,٥ درجات مئوية.

وفي عام ١٩٧٥ نشر الأكاديمي السوفياتي ف. دافيتايا نتائج أبحاثه لمرحلتين مختلفتين حسب الفترة الزمنية: الأولى، من بداية النشاط البشري حتى عام ١٩٦٩، والثانية خلال الخمسين سنة الماضية. وقد تبيّن على مدى هاتين المرحلتين المختلفتين جداً أن استهلاك الأوكسجين وإفراز غاز الكربونيك، بنتيجة إقدام سكان الأرض على حرق أنواع مختلفة من الوقود العضوية، قد تم بأرقام مطلقة ـ مقادير أحادية الترتيب، أي أن استهلاك البشرية للأوكسجين ازداد في منتصف القرن العشرين بشكل فجائي، وازداد معه إفراز غاز الكربونيك إلى الأتموسفير. وبذلك، فإن استهلاك الأوكسجين يستمر بازدياد دائم بنسبة ١٠٪ تقريباً كل عام، بحيث يصل في الوقت الراهن إلى عشرة مليارات طن تقريباً في السنة. ومن جهة ثانية، فإن نسبة غاز الكربونيك ازدادت في الربع الثالث من القرن الحالي بنسبة ١٥٪ تقريباً. وإذا استمر الوضع على ما هو عليه وتفاقم أكثر، فإنّ مرحلة النقص في نسبة الأوكسجين ستبدأ في القرن المقبل، ويمكن أن يشكل ازدياد غاز الكربونيك في

الهواء ما يسمّى بمفعول الدفيئة Green house effect ومن شأنه أن يسبب ارتفاعاً ملحوظاً في درجات الحرارة. ويصحّ ذلك كله بشرط واحد فقط، وهو: أن تكون الحسابات التي أجراها العلماء في دراساتهم صحيحة، وألاّ يتم التعويض عن التغيّرات البشرية في محتوى الأوكسجين وغاز الكربونيك في الأتموسفير بفعل تأثير العوامل الأخرى، بما في ذلك، وقبل كل شيء ـ تأثير سطح المحيطات، الذي يمكن أن ينظم في حدود ما محتوى الأوكسجين وغاز الكربونيك في الهواء عند تفاعل هذا السطح مع هواء الأتموسفير. وللأسف، فلا أحد يعلم حتى الآن حدود هذا التنظيم. . .

وفي السنوات الأخيرة، توصل فريق من البحاثة إلى نتيجة مفادها أن نشاط البشرية لا يهدد محتوى الأوكسجين في الأتموسفير.

١٥ـ١٤. هل يستطيع نشاط البشرية أن يكون سبباً في عملية التصحّر Désertification؟

تحتوي الكرة الأرضية، في الوقت الحاضر، على عدد لا يستهان به من المناطق التي تظهر فيها عملية التصحّر بشكل ملموس، والتي تعتبر نتيجةً لنشاط الإنسان المضرّ بالطبيعة والخارج عن نطاق المراقبة. فهذا النشاط هو، في أغلب الأحيان، عبارةٌ عن قطع الأشجار بكميات كبيرة، والتهام الماشية للأعشاب، وقطع الشجيرات وأعمال أخرى تسبب تآكل érosion التربة، وانخفاض كمية الأمطار، وارتفاع نسبة التبخر، وتغيّر مستوى المياه الجوفية الذي يؤدي إلى كارثة حتمية بالنسبة للنباتات. وبعبارة أخرى، فإن هذا النشاط يسبب تغييرات إقليمية متعمّدة في المناخ.

ومن الأمثال على عملية التصحّر يمكننا أن نذكر المناطق المتاخمة للحدود الجنوبية لإقليم الصحراء في أفريقيا، وبعض المناطق في باكستان وبنغلادش في شبه قارة هندوستان. وفي منطقة نهر الهند السهلية، التي كانت تكسوها الغابات الكثيفة في السابق، انخفضت نسبة الأشجار إلى ٣٪، فيما انخفضت هذه النسبة إلى ١٦٪ في مناطق الغابات الكثيفة بشمال بنغلادش.

لقد تنامت عملية تحويل الأراضي الزراعية والمراعي الطبيعية المنتجة إلى صحارى وشبه صحارى خلال قرون عديدة، لكنها اتخذت في القرن الحالي طابع الكارثة الحقيقية. وبالطبع، فإنّ هذه العملية لا ترتبط بنشاط الإنسان وحسب، لكن هذا النشاط يزيد من تأثير العوامل الأخرى كالتغيّر الطبيعي لنظام دوران الرطوبة في مجاري الأنهر، وارتفاع اليابسة أو انخفاضها، وأسباب أخرى كتجفيف الأرض أو تحويلها إلى مستنقعات وتمليح التربة وغير ذلك.

١٥ـ١٥. لماذا ترتبط، في أغلب الأحيان، إمكانية تأثير الإنسان في مناخ الأرض بحالة الجليد القطبي؟

يلعب الجليد القطبي دوراً هاماً في تكوين المناخ. ولذلك، ينبغي أخذ حالة «القبعات» القطبية للأرض بالاعتبار عند إجراء الأبحاث المتعلقة بتغيّرات المناخ وجميع الحسابات المتيورولوجية المتعلقة به. وقد أطلقت على الجليد القطبي تسمية الرقّاص Pendule، الذي يحرّك مناخ الكرة الأرضية.

لقد تكوّن الجليد القطبي منذ ما يقارب المليون سنة، ومع تكوّنه فَقَدَ مناخ الأرض استقراره السابق. وثمة فرضية تقول إن ظهور الجليد القطبي على الأرض ارتبط بالتهاب البراكين لفترة زمنية طويلة في الدور الرباعي، عندما انخفضت نسبة شفافية الأتموسفير بصورة مفاجئة وعندما سيطرت برودة ملحوظة على سطح الأرض أدّت إلى تكوين الجليد الدائم في القطبين الشمالي والجنوبي.

إلاّ أن الغطاء الجليدي عمل عند ظهوره بصورة مفاجئة على تغيير النظام الحراري للأتموسفير. والواقع أن الجليد يعكس أشعة الشمس بنسبة أكثر من امتصاصها، على خلاف سطح اليابسة والبحار. وبما أن الجليد يتمتع بنوار(*) مرتفع، فإنه غير قادر على استخدام طاقة الشمس الإشعاعية بشكل فعّال.

(*) نوار Albédo. معدّل ما تعكسه مادة جسم من نور الشمس الواقع عليها.

لقد بـيّنت الدراسات أن معدّل درجات حرارة سطح الأرض (١٥ درجة مئوية) ينخفض، مع الغطاء الجليدي الموجود حالياً في الأركتيكا (يمرّ متوسط حدوده تقريباً على طول خط العرض الشمالي ٧٢ درجة)، بمعدل درجتين تقريباً عن درجة الحرارة التي يمكن أن تكون على هذا السطح لو أنه كان خالياً كلياً من الجليد. وعلى سبيل المثال، إذا كسا الجليد سطح الأرض لفترة زمنية قصيرة، فإنّ معدل درجات الحرارة يأخذ بالهبوط. ويبلغ في نهاية المطاف حوالي ٨٥ درجة مئوية تحت الصفر، أي بانخفاض مئة درجة مئوية!

وفي عصر التجمّد الخطر، بلغ الغطاء الجليدي في النصف الشمالي من الكرة الأرضية خط العرض ٦٥ درجة كمعدل وسطي، وامتدت ألسنة الجليد في بعض المناطق حتى خط العرض ٤٠ درجة، وكانت الكرة الأرضية وقتذاك مهدّدةً بالتحول إلى صحراء جليدية تشبه قارة الأنتاركتيكا في الوقت الحاضر. وفي هذا العصر بالذات، كان كافياً على الجليد أن يمتد إلى ٢٠٠ أو ٣٠٠ كلم نحو خط الاستواء كي تصبح عملية التجمّد غير قابلة للانعكاس: وقتئذٍ، لم تكن طاقة الشمس الإشعاعية كافية لتذويب هذا النحو البالغ للجليد المتفوق في قدرته على عكس الإشعاع (٨٠٪).

إنّ «قبعات» الجليد القطبية لا تعمل على تخفيض درجة حرارة سطح الشمس وحسب، بل تشكل تبايناً كبيراً في درجات الحرارة بين خطوط العرض السفلى والعليا، وتجعل الأتموسفير حساساً جداً تجاه أية تقلبات طفيفة في وصول الطاقة الشمسية إلى سطح الأرض، بما في ذلك التقلبات التي تحدث نتيجة تغيّر شفافية transparence هواء الأتموسفير. ومن هنا، نلاحظ عدم استقرار ملحوظ في مناخ الأرض، كما نلاحظ اهتماماً واسعاً لعلماء المناخ بالجليد القطبي القادر، بصورة دائمة، على تعزيز مفعول تأثير تغيّرات شفافية الهواء على مناخ الكرة الأرضية.

١٥ـ١٦. كيف يمكن أن يؤثر الارتفاع المرتقب في درجات الحرارة على سطح الأرض على حالة الجليد القطبي؟

إنّ الارتفاع المرتقب في درجات الحرارة على سطح الكرة الأرضية من شأنه أن يؤثر بسرعة نسبية في طبقات الجليد البحري الرقيقة إلى حدّ ما في المناطق القطبية، وببطء على السُتر الجليدية في الأركتيكا والأنتاركتيكا.

وبالاستناد إلى بعض الدراسات، فإنّ ذوبان الجليد البحري المعمّر في الأركتيكا سيزداد كثيراً عند ارتفاع معدّل درجات الحرارة في النصف الشمالي من الكرة الأرضية إلى درجتين مئويتين. وبذلك، فإنّ مساحة الجليد في الأركتيكا ستتناقص كثيراً حتى عام ٢٠٠٠، وسيتحول الجليد إلى طبقات رقيقة، إلى أن يختفي في عام ٢٠٢٥ إذا استمر هذا الارتفاع في معدّل درجات الحرارة.

من جهة أخرى، فإنّ ذوبان الجليد في الأنتاركتيدا وغرينلاندا لا يتطلب عشرات السنين وحسب، بل مئات السنين. إلاّ أن ذوبان الأنهر الجليدية الممتدة من القارة حتى المياه البحرية، أو انكسارها يمكن أن يتم بسرعة على مدى مئة سنة (مثل النهر المتجمّد روسّا، الذي يشغل نصف مساحة سطح بحر روسّا).

١٥ـ١٧. إلى ما سيؤدي اختفاء الجليد البحري المعمِّر في الأركتيكا؟

إنّ اختفاء هذا الجليد سيؤدي قبل كل شيء إلى ارتفاع شديد في درجات الحرارة في الأركتيكا أكثر من ارتفاعها على خطوط العرض الوسطى: ففي فصل الشتاء، لن تنخفض درجات الحرارة عن خمس أو عشر درجات مئوية تحت الصفر، وسترتفع في فصل الصيف إلى سبع أو عشر درجات مئوية. وهذا الارتفاع في درجات الحرارة سيؤدي إلى زيادة التبخر من سطح البحار والمحيطات، وإلى ازدياد كمية الأمطار. لكن كمية الأمطار هذه لن تتساقط بازدياد فوق كل مكان. وسيقتصر هذا الازدياد بشكل ملحوظ فوق المحيطات والمناطق القطبية، كما أنه من

المحتمل أن تقل نسبة هذا الازدياد فوق اليابسة على خطوط العرض الوسطى. أما الجفاف، فإنه سيهدد، في أغلب الأحيان، البراري والغابات في النصف الشمالي من الكرة الأرضية.

١٥ـ١٨. كيف سينعكس ذوبان الجليد القطبي على مستوى المحيطات؟

يعتبر العلماء أن ذوبان الجليد منذ لحظة البداية وعلى مدى المئة سنة الأولى لن يؤثر كثيراً على ارتفاع منسوب المياه في المحيطات. ومن المحتمل أن يحدث انهيار جزئي فقط للأنهر الجليدية في هذه الفترة الزمنية، وإذا حدث ذلك فإنّ منسوب المياه في المحيطات سيرتفع إلى خمسة أمتار في نهاية هذه الفترة ـ ويرى بعض العلماء الأميركيين، أن الارتفاع المفجع في منسوب مياه المحيطات لعدة عشرات من الأمتار نتيجة ذوبان الكتلة الأساسية للجليد القطبي، سوف يتم في القرن الثاني والعشرين. أما البعض الآخر من العلماء فيفترض حدوث ذلك في مراحل زمنية أبعد.

١٥ـ١٩. كيف سيبدو ارتفاع درجات الحرارة في مناطق مختلفة من النصف الشمالي للكرة الأرضية؟

بما أن العلماء يعتبرون بأن الجليد البحري يعمل على تخفيض درجة حرارة الهواء في الأركتيكا الوسطى لخمس درجات مئوية صيفاً ولعشرين درجة مئوية شتاءً، فإنّ اختفاءه يسبب ارتفاعاً في درجات الحرارة في الأركتيكا أكثر من أي منطقة أخرى: فتأثير الجليد في درجة حرارة الهواء عند خطوط العرض الوسطى أكثر ضعفاً منه في خطوط العرض العليا، بينما ينتفي وجود هذا التأثير في المنطقة الإستوائية. ومن ناحية أخرى، فارتفاع درجات الحرارة في الأركتيكا سيخفف من التباين في درجات الحرارة بين خطوط العرض السفلى والعليا، مما يؤدي إلى إضعاف قوة دوران circulation الأتموسفير، أي إلى إضعاف قوة انتقال بخار الماء من البحر إلى اليابسة. وسوف يؤثر ذلك بصورة حتمية على كمية الغيوم فوق اليابسة، وعلى شدة هطول الأمطار

وتكرارها. وفضلاً عن ذلك، ثمة نتائج محتملة أخرى مثل: إضعاف قوة دوران الأتموسفير يضعف بدوره قوة التيارات المحيطة، ويخفف من وصول الحرارة إلى خطوط العرض العليا وغير ذلك.

١٥ـ ٢٠. هل ثمة إمكانية واقعية للتأثير الهادف في الطقس والمناخ؟

يعمل العديد من العلماء في جميع أقطار العالم منذ زمن على حلّ هذه المسألة ويعيرونها كثيراً من اهتماماتهم وأبحاثهم العلمية. كما أن الناس كثيراً ما يهتمون بإمكانية تحسين مناخ الصحارى وغابات الطوندرا الباردة، كما يهتمون بدراسة محاولة إحداث الأمطار بالطرق الاصطناعية بالإضافة إلى تبديد الضباب والغيوم المنخفضة، التي تعرقل تحليق الطائرات، وتلافي وتخفيف الظواهر الجوية التي تتخذ طابعاً مأساوياً كالصواعق والبَرَد والأعاصير والزوابع والعواصف والتيارات البحرية مثل الأوراغان والتورنادو...

لقد أظهرت الدراسة الأولية لهذه المسألة، أن المصادر الطبيعية والاصطناعية للطاقة، والتي تساهم في تكوين مناخ الأرض والطقس عليها، ليست متساوية القياس: فطاقة الشمس الإشعاعية تبلغ ٣,٨٦ × ١٠^{٢٣} كيلو واط؛ وأما الطقة الاصطناعية التي تنتجها البشرية لا تكاد تبلغ ١٠^{٩} كيلو واط. إلاّ أن الدراسات اللاحقة لعوامل تكوين الطقس أظهرت حدوث حالات معينة عندما يتبدل السير الطبيعي لحالة الطقس ضمن حدود منطقة ما دون أي إسراف للطاقة، في حال وجوب إحداث دفعة إضافية قليلة لإسقاط المطر الذي يتعطش إليه المزارعون، أو لتبديد الضباب فوق منطقة المطار، حيث تتعرقل الرحلات الجوية.

إذن، ثمة إمكانية حقيقية للتأثير المحلي للإنسان في حالة الطقس، ولكن ضمن شروط معيّنة تمليها الطبيعة نفسها. فليس من الممكن «جعل» حالة الطقس بصورة دائمة «تحت الطلب»، لكن ذلك يصبح ممكناً في بعض الحالات. وبعبارة واحدة، ينبغي إجراء ذلك تحت إشراف الأخصائيين ويُشترط أن يكون هذا التأثير مبنياً على أسس علمية

لكل حالة خاصة، وأن يكون منظماً وموجهاً دون أن يتخذ طابعاً عشوائياً وغير منسّق.

وأخيراً، فالإنسان يستطيع، في حدود معيّنة، وفي الاتجاه الذي يرغب، أن يغيّر المناخ المحلي لمنطقة ما صغيرة المساحة. وهذا ما نستطيع ملاحظته عند إنشاء الأحواض المائية الاصطناعية، وتشجير المناطق الجرداء، وتجفيف المستنقعات وغير ذلك.

إلاّ أن التأثير الاصطناعي الهادف في مناخ الكرة الأرضية يقع، حتى الآن، خارج نطاق إمكانيات الإنسان الواقعية.

١٥ـ ٢١. كيف يتم التأثير الاصطناعي في الطقس عملياً؟

إنّ الطريقة الأساسية لتغيير حالة الطقس بصورة اصطناعية هي التأثير في الغيوم، التي تعبّر بشكل أفضل عن حالة الطقس والمسمّاة غير ثابتة، أو تقع على حدود عدم الثبات. ومهما كانت كميات الطاقة ضئيلة، فإنها تعتبر كافيَ لتغيير هذه الحالة وتوجيه تنامي العمليات في الأتموسفير بالاتجاه المطلوب. إذن، فعند تبديد الغيوم بمواد معيّنة يمكننا تقوية هطول الأمطار منها بطريقة اصطناعية، كما أنه يمكننا أن نسبّب هطول كميات أمطار معينة من بعض الغيوم غير القادرة على إعطاء المطر في ظروف طبيعية. فنسبة زيادة كمية الأمطار تتراوح بين ١٠ و ١٥٪ عند التأثير الاصطناعي على الغيوم، وذلك بالمقارنة مع الظروف الطبيعية. وباستطاعتنا أن نعمل على انقشاع الغيوم والضباب في الوقت نفسه الذي تتساقط فيه الأمطار من الغيوم ذات الأشكال المحدّدة.

١٥ـ ٢٢. هل يمكننا التأثير في المنخفضات الجوية بشكل فعّال؟

حتى الآن، ليس هناك أي وضوح في إمكانية التأثير في حالة الطقس خارج نطاق منطقة معينة أو إقليم معيّن يسيطر عليه منخفض جوي مع ما يحتويه من جبهات جوية وغيوم. فمن ناحية أولى، يصعب علينا تحديد كيفية سير التغيّرات بدقة في حالة الطقس ضمن حدود منطقة التأثير. ومن ناحية ثانية، وهذا هو المهمّ، يصعب علينا أن نتصوّر كيف

سينعكس هذا التأثير على حالة الطقس في مناطق أخرى، طالما أن العملية الميكانيكية للدوران العام للأتموسفير، الذي ترتبط عناصره بعضها ببعض ارتباطاً وثيقاً، سوف تكون ملموسةً عبر المنخفض الجوي. وهناك محاولات معروفة لتخفيف قوة المنخفض الجوي الاستوائي بواسطة زرع الغيوم الركامية الممطرة في هذا المنخفض بالكواشف الكيميائية. وحتى الآن، لا توجد أية معلومات موضوعية عن نتائج هذه الكواشف.

١٥ـ٢٣. بواسطة أية طرق يمكننا التأثير في حالة الطقس والمناخ؟

إلى جانب التأثير في الغيوم، يمكننا تغيير حالة الطقس من الناحية النظرية عند تغيير شفافية transparence الهواء، أي عند تنظيم وصول حرارة الشمس إلى سطح الأرض بواسطة التدخين الاصطناعي لطبقات ثابتة في الأتموسفير. كما أنه يمكننا تغيير قدرة سطحي البخار واليابسة على عكس أشعة الشمس. فتخفيف هذه التأثيرات على نطاق واسع من الناحية التقنية، أمر صعبٌ، ولكنه ممكنٌ من حيث المبدأ.

من ناحيةٍ أخرى، فإنّ التقنية الحديثة، ومستوى التجهيز بالطاقة، وميادين الصناعة الكيميائية، وتطور صناعة الصواريخ، ووسائل المواصلات الأخرى، تسمح بالتأثير الفعّال في العمليات الجوية من خلال الغيوم مثلاً، أو من خلال السطح الأسفل، عاملةً بذلك على تغيير القدرة العاكسة لهذا السطح. ونكون من المخطئين لو دحضنا الإمكانية المبدئية للتأثير على عناصر مختلفة في عملية دوران الأتموسفير الميكانيكية ـ إعصار المنخفضات الجوية. إلاّ أن النتائج الممكنة لهذا التأثير غير واضحة بشكل كافٍ حتى الآن، ويمكن أن تكون غير مرغوبة أو حتى غير قابلة للانعكاس.

الفصل السادس عشر

الطقس في الجبال



الفصل السادس عشر

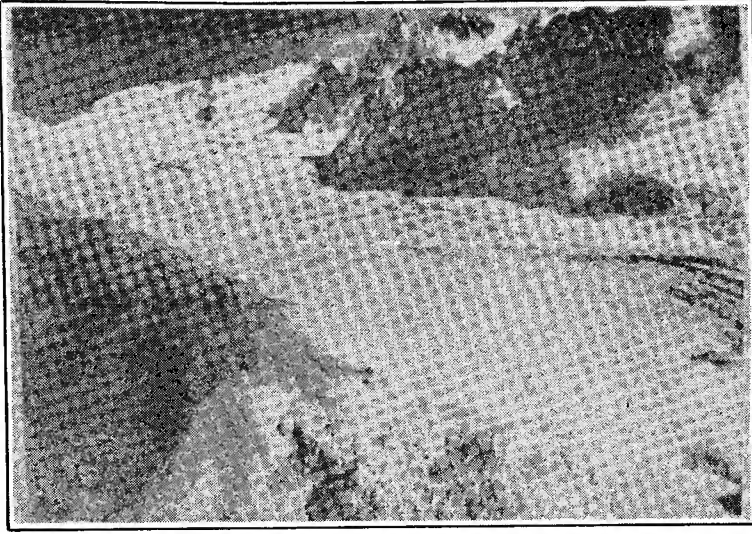
الطقس في الجبال

تعرف ظروف الطقس والمناخ في المناطق الجبلية بفرادتها. فارتفاع المنطقة عن سطح البحر، وتعرّض السفوح الجبلية للتيارات الهوائية السائدة ولأشعة الشمس، تعتبر كلها عوامل هامة للمناخ، بحيث أن تأثيرها يظهر، بشكل واضح أكثر، من تأثير خطوط العرض وقرب المنطقة من ساحل البحر. ومن جهة أخرى، فإن الثلوج الدائمة تكسو القمم الجبلية في المناطق المدارية على مدار السنة، بينما تتساقط الأمطار على السفوح الجبلية المعرضة للرياح في وسط القارة الآسيوية بكميات أكثر منها على سواحل المحيطات.

إن الظروف المتيورولوجية في المناطق الجبلية تتميز بتباين مدهش ضمن حدود بضعة كيلومترات، ويمكننا في المناطق الجبلية ملاحظة التنوع التام للطقس الخاص بالمناطق السهلية بالإضافة إلى بعض الظواهر التي لا يتم حدوثها إلاّ في الجبال. فالرياح والغيوم ودرجة الحرارة وظاهرة الكهرباء الجوية كلها عناصر تتمتع بميزات خاصة بالمناطق الجبلية. وعلى الرغم من ذلك، فإن هذه العناصر تختلف من منطقة جبلية إلى أخرى. وبالأضافة إلى ذلك كله، ثمة خصائص مميزة لحالة الطقس تعتبر قاسماً مشتركاً للمناطق الجبلية كافة. وسنرى في هذا الفصل بعضاً من نماذجها.

١٦ـ١. ما هي خصائص المناخ في المناطق الجبلية من الكرة الأرضية؟

إن الخاصية المميزة التي تعتبر قاسماً مشتركاً للمناطق الجبلية كافة



نهر متجمد في الجبال

هي التقسيم المناطقي العمودي للمناخات، أي التبديل المتعاقب للأقاليم المناخية بالاتجاه نحو الأعلى. ويرتبط ذلك بالقانون العام لانخفاض درجة حرارة الهواء مع الارتفاع وبالقانون العام لانخفاض نسبة الرطوبة في الهواء. وتشتد قساوة المناخ مع الارتفاع على أي خط عرض جغرافي ويتبدل بذلك عالم النبات، وتنتشر الثلوج ويسود البرد والجليد في المناطق المرتفعة قرب القمم الجبلية، أما الحدود السفلى لهذه المنطقة المناخية فتسمّى بالخط الثلجي. وبالطبع، فإن ارتفاعات هذه المنطقة مختلفة جداً بحيث أنها تبلغ مئات الأمتار فقط في الجزر الجبلية بالمناطق القطبية، وتتجاوز الخمسة آلاف متر في المناطق الاستوائية. وتقع هذه المنطقة المناخية على السفوح الجنوبية على ارتفاع أعلى منه على السفوح الشمالية. وعلى سبيل المثال، ففي جبال الطاي يبلغ هذا الفرق ٨٠٠ متر (يبلغ ارتفاع هذه المنطقة المناخية على السفوح الجنوبية ٤٨٠٠ متر وعلى السفوح الشمالية ٤٠٠٠ متر)، وكلما ازدادت كمية الأمطار كلما انخفض الخط الثلجي. أما الفرق بين ارتفاعات المنطقة المناخية وبين السفوح الجنوبية والشمالية، فإنه يبلغ على سفوح البروس في منطقة القوقاز ٣٥٠ متراً (٣٨٥٠ـ ٣٥٠٠). وينخفض الخط

الثلجي على السفوح الجنوبية أكثر منه على السفوح الشمالية لأن الأولى تشهد كميات من الأمطار أكثر من الثانية. وإلى الأسفل من هذا الخط الثلجي تبدأ منطقة الثبات الفقير الشبيه بنبات إقليم الطوندرا. ومن ثم تبدأ منطقة مروج الألب بنباتاتها المكوّنة من الأعشاب والشجيرات المنبسطة. وإلى الأسفل من هذه المنطقة تمر الحدود العليا لأقليم الغابات على ارتفاع يناسب معدل درجات الحرارة في شهر تموز (١٠ـ١٢ درجة مئوية).

ومع حدود اقليم الغابات تنطبق الحدود العليا للأراضي الزراعية، التي تقع على ارتفاع ١٥٠٠ متر تقريباً على خطوط العرض المعتدلة، وعلى ارتفاع ٤٠٠٠ متر تقريباً في المناطق الاستوائية، وعلى ارتفاع ٤٦٠٠ متر عند هضبة التيبت. فالغابات تحتوي على أشجار الصنوبر عند حدودها العليا وعلى أشجار الشربين عند حدودها السفلى. أما في المناطق الاستوائية، فإن الغابات تحتوي عند حدودها السفلى على نباتات دائمة الخضرة.

١٦ـ٢. ما هي الظواهر التي تتميز بها المناطق الجبلية فقط؟

إن الظواهر التي تتميز بها المناطق الجبلية فقط هي التالية: الانهيار الثلجي، والأنهر المتجمدة التي تشكل بداية للأنهر الجبلية، والسيول التي تعتبر مأساة العدد الكبير من الوديان، والرياح الجبلية ـ السهلية، ورياح السفوح الجبلية التي تتميز بخصائص اقليمية وتسميات خاصة بكل منطقة جبلية، وكذلك الفونة Fohn(*) التي تجتاز السلاسل الجبلية وتؤثر بصورة فريدة من نوعها على نظام درجات الحرارة والغيوم والأمطار في السفوح الجبلية.

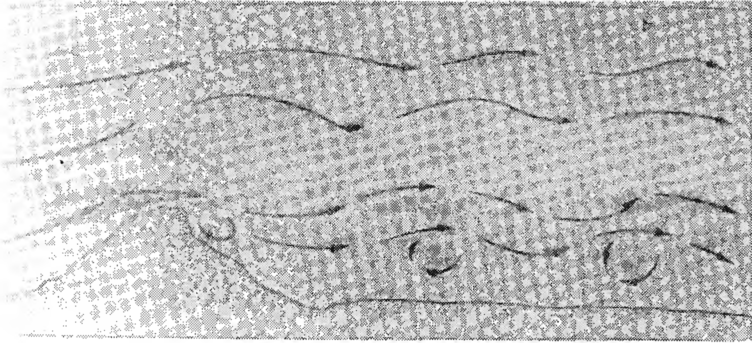
فضلاً عن ذلك، فإننا نلاحظ في الجبال ما يسمى بالموجات المعرّضة للرياح وكل ما يتعلق بها من أشكال خاصة من الغيوم وبعض الظواهر البصرية Optiques وأخيراً، فالمناطق الجبلية تتميز بتنوع

(*) Fohn. رياح الفونة أو حرور الألب وهي رياح تهب شمالي الألب في فصل الربيع.

المناخات المحلية micro climats التي يجري تحديدها من خلال خصائص التعرض للضوء exposition ومن خلال وجود أشباح الرياح بالقرب من الأنهر الجليدية (المتجمدة)، وكذلك من خلال التظلل وميزات أخرى خاصة بهذه المناطق.

١٦ـ٣. ما هي الموجات المعرّضة للرياح؟

في تلك الحالات التي تقع فيها سلسلة جبلية طويلة تحت زاوية قريبة من زاوية قائمة (٩٠ درجة) بالنسبة لاتجاه التيار الهوائي، من الممكن أن تنشأ على جهة السلسلة المعرضة للرياح انتفاضات منتظمة للتيار تتخذ لنفسها طابع الموجات المنتصبة المرصودة على مسافة بعيدة جداً وراء السلسلة (تساوي هذه المسافة عشرين مرة تقريباً ارتفاع هذه السلسلة)، وعلى ارتفاع يزيد عن ارتفاع السلسلة بعدة مرات. فهذه الظاهرة تلاحظ، في أغلب الأحيان، عند حركة الرياح الثابتة والعنيفة التي لا تقل سرعتها عن عشرة أمتار في الثانية، كما أنها تبدو واضحة جداً في حال وجود منطقة سهلية مسطحة عند جهة السلسلة المعرّضة للرياح.



موجات ما دون الرياح

إن الموجات المعرّضة للرياح تولّد، في أغلب الأحيان، سحباً مميّزة على شكل حبّات العدس ومنظمة بشكل طبقات، ومن هذه

السحب: الركامية الممطرة، والركامية المرتفعة، والمساحيق (السحب المرتفعة جداً). وفضلاً عن ذلك، فإنه يمكننا ملاحظة الأعاصير المغلقة وتسمّى دوّارة مع ما يرافق ذلك من سحب في طبقة الهواء الملامسة لسطح الأرض على جهة السلسلة المعرّضة للرياح. أما الصورة العامة للموجات المعرّضة للرياح (أو ما دون الرياح) وللسحب، فإنها موضّحة على الرسم التالي.

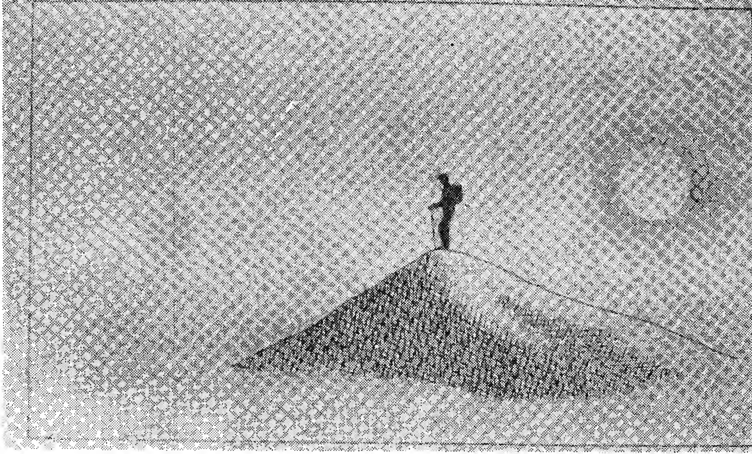
١٦ـ٤. ما هي الظواهر البصرية Optiques التي يمكننا ملاحظتها في المناطق الجبلية؟

يستطيع متسلقو الجبال وسكان المناطق الجبلية، في أغلب الأحيان، ملاحظة ظواهر غريبة في الجبال. فعند ظهور الضباب أو الغيوم، التي تكسو سفوح الجبال في الجهة المعاكسة للشمس والواقعة على ارتفاع غير عالٍ فوق الأفق، يمكننا، في أغلب الأحيان، ملاحظة أشباح غامضة لمخلوقات مدهشة تشبه الإنسان، لكن مقاييسها أكبر من مقاييسه بمرات كثيرة. فهذه المخلوقات المدهشة والغريبة ذات الصبغة الرمادية القاتمة تعمل باستمرار على تبديل شكلها وتقترب حيناً وتبتعد حيناً آخر. وفوق «رؤوس» هذه المخلوقات نلاحظ أحياناً دائرة مشرقة ساطعة تضفي على هذه المخلوقات مظهراً أكثر غموضاً مما حمل الناس المعتقدين بالخرافات على الاستنتاج بأن هذه الظواهر هي أشباح.

لقد أطلقت على هذه الظاهرة تسمية «شبح بروكن» نسبةً إلى قمة بروكن (جبال غمارتس في ألمانيا الوسطى)، حيث يمكننا في أحيان كثيرة، ملاحظة هذه الظاهرة. أما تفسير الظاهرة فهو بسيط جداً: يتعرض الإنسان عند وقوفه على قمة الجبل إلى أشعة الشمس المتحركة. وتعمل قطرات الغيوم أو الضباب على تحليل ضوء الشمس إلى أشعة منفصلة للطيف مشكلةً بذلك إشعاعاً ملوناً ساطعاً حول الأشباح الغامضة في القسم الأعلى من الظل، أما الطابع الحجمي لسطح الضباب أو الغيوم العاكس فإنه يجعل صورة الظل أكثر حجماً.

إن ظروف نشوء مثل هذه الظواهر البصرية في الجبال واضحة في

الرسم، ويمكننا ملاحظتها أيضاً من على متن طائرة تحلق على علو منخفض فوق الغيوم، وحول ظل الطائرة المتحرك والمتنقل يمكننا رؤية الهالة auréole المشرقة ـ دوائر الهالة أو الطفاوة التي تتلون بألوان قوس قزح.



شبح بروكن

وفي قديم الزمان، كان «شبح بروكن» في غرب الصين معروفاً باسم «عظمة بوذا»، وشرع البوذيون الأتقياء بأداء فريضة الحج في جبل القمة الذهبـية كي يستحقوا شرف التأمل إلى هذه الأعجوبة.

١٦ـ ٥. كيف ينشأ الانهيار الثلجي؟

تنشأ الانهيارات الثلجية عند انزلاق الثلوج المتراكمة من سطح السفوح الجبلية، وتراوح سرعة حركة الكتلة الثلجية بـين عشرين وثلاثين متراً في الثانية. فالسفوح الجبلية التي تتجاوز ميلها أو انحدارها Pente ١٥ درجة تعتبر خطرة بالنسبة للانهيارات الثلجية. وكي يتم الانهيار الثلجي، ينبغي أن تتجاوز سماكة طبقة الثلوج على السفح الأربعين سنتيمتراً، كما ينبغي أن يكون حجم الثلوج المنزلقة كبـيراً جداً، وذلك حسب ارتفاع السفح الجبلي وامتداده الأفقي، بحيث يتجاوز أحياناً

المليون كيلومتر مكعب. ويشكل كتلة هائلة عندما يكون معدّل كثافة الإنهيار الثلجي ٠,٥ أما قوة ضربة الانهيار الثلجي فإنها تبلغ أحياناً مئة طن على المتر المربع الواحد. ومن الأسباب المباشرة وراء حدوث الانهيارات نذكر:

- التراكم الكثيف للثلوج فوق معدلها الطبيعي على السفوح بعد عاصفة ثلجية أو تساقط كثيف للثلوج، عندما تكون قوة التماسك بين الثلوج المتساقطة لتوّها وسطح السفح الجبلي قليلة جداً.

- ظهور التزليق المائي بين الثلوج وسطح السفح الجبلي في مرحلة الذوبان الناشط للثلوج:

- إسلاس (تنعيم) ameublissement طبقة الثلوج السفلى بسبب ارتفاع درجة الحرارة فيها وتبخر الثلوج في المنسوب الدافىء.

وبذلك تكون الانهيارات الثلجية مبلّلة أو جافة حسب ظروف الطقس. وبالنسبة لطبيعة السفح الجبلي، فمن الممكن أن تنزلق الثلوج على كامل سطح السفح خارج مجاري الأنهر - على امتداد المجاري وفي الوهدات (المزرابية) وعلى حافات السفوح (القافزة). إن جميع هذه الانهيارات الثلجية تشكل خطورة كبيرة، وبشكل، خاص تلك الانهيارات التي تنزلق على حافات السفوح وتسمى الانهيارات القافزة. وبالإضافة إلى الكتل الثلجية، تحمل الانهيارات الثلجية، معها في بعض الأحيان، حطام الصخور الجبلية بحيث أنها تشكل في الوديان متاريس للثلوج المنهارة، التي تكون، في بعض الأحيان، مصدر تغذية للأنهر الجليدية.

من جهة أخرى، يقوم علماء الأرصاد الجوية برصد الانهيارات الثلجية وإعطاء معلومات تحذيرية عنها مثل أي ظواهر خطيرة من ظواهر الطبيعة، ويقوم المعنيون في هذا المجال بشق الطرقات في المناطق الجبلية وتشييد الأبنية وإنشاء أعمدة الاتصال الكهربائي آخذين بالاعتبار درجة خطورة الانهيارات الثلجية على المنطقة. ويجري تخطيط المناطق السكنية في الجبال عادةً بعيداً عن تأثير الانهيارات، كما يتم تدعيم

الطرق الجبلية بمنشآت هندسية واقية من خطر هذه الانهيارات. ويعتبر تشجير السفوح الجبلية من أحد التدابير الوقائية لتلاقي الانهيارات الثلجية، وفضلاً عن ذلك، هناك طرق أخرى لمكافحة الانهيارات الثلجية مثل إطلاق القذائف المدفعية والصواريخ باتجاه التراكمات الثلجية الخطرة.

١٦ـ٦. ما هي الفونة Fohn أو حرور الألب؟

الفونة هي رياح حارة وجافة تقسم إلى عدة أنواع:

- رياح تهب عند اجتياز التيار الهوائي للسلسلة الجبلية.
- ورياح تهب من الجبال عبر السفح باتجاه المنطقة السهلية دون اجتياز السلسلة الجبلية.
- تيار هوائي منحدر داخل الأتموسفير الحرّ (الخالي) في الجزء الوسطي للمرتفع الجوي.

إن سخونة الهواء المنخفض تلعب دوراً حاسماً في جميع أنواع الفونة بالتناسب مع القوانين الفيزيائية المعروفة كافة (عند انضغاط حجم معيّن من الهواء ترتفع درجة حرارته مع ارتفاع الضغط، وعند تمدد حجم الهواء وانخفاض ضغطه تهبط درجة الحرارة). وحسب التصوّر الكلاسيكي للفونة، فإن الهواء يتبرّد في البداية عند اجتيازه العراقيل الجبلية وتصاعده على السفح المعرّض للرياح، ومن ثم يسخن عند هبوطه على الجهة المعرّضة للرياح. وإذا بلغ الهواء درجة التكثيف عند تصاعده، فعند ذلك تتكوّن الغيوم وثمة احتمال لهطول الأمطار. وهذا ما نلاحظه غالباً في المناطق الجبلية على السفوح المعرضة للرياح. أما عندما يبدأ الهواء بالهبوط، فإن رطوبته النسبية تنقص بسرعة وتختفي بتلك الغيوم. وبما أن تغيّر درجة حرارة الهواء عند التصاعد والهبوط يجري بسرعات مختلفة، فإن الهواء المنخفض يمكن أن يبدو أكثر دفئاً مما كان عليه قبل التصاعد، وهنا بالذات يكمن الأثر الحراري لرياح الفونة أو حرور الألب.

فضلاً عن ذلك، فإن رياح الفونة يمكنها أن تجرف معها سحب

الجبهات الجوية وأن تساعد على إيقاف الأمطار أو إضعافها وذلك على سفوح السلاسل الجبلية الواقعة دون تأثير حركة الرياح.

من جهة أخرى، فإن رياح الفونة تتخذ لنفسها تسميات مختلفة في مناطق جبلية مختلفة من العالم.

١٦ ـ ٧. ما هي الرياح الجبلية ـ السهلية؟

الرياح الجبلية ـ السهلية هي رياح متغيّرة الاتجاه بانتظام يظهر بشكل جيد على مدى ٢٤ ساعة: فهذه الرياح تهب نهاراً من الأسفل إلى الأعلى على امتداد السفح الجبلي أو عبر قاع الوادي، وليلاً على العكس من ذلك. وتشبه هذه الرياح نسيم المناطق الساحلية، وتلاحظ عادةً في الفترات الدافئة من السنة. وفضلاً عن ذلك، فإن الرياح الجبلية ـ السهلية تلاحظ بشكل جيد عند انعدام الرياح العنيفة الأخرى المتعلقة ليس بمنطقة معينة فحسب، وإنما بالدوران الشامل للهواء والذي يغطي دوراناً محلياً ضعيفاً نسبياً. وبذلك، فإن هذه الرياح الجبلية، السهلية هي رياح تتميز بها أحوال المرتفعات الجوية في نظام باري آخر خفيف الرياح (البار ـ وحدة قياس الضغط الجوي).

١٦ ـ ٨. ما هي خصائص المناخ والأوروغرافيا(*) التي تساعد على نشوء السيول؟

تنشأ السيول في الأنهر الجبلية بحال اقتران الشروط الثلاثة الآتية:

١ ـ انحدار شديد لقاع الوادي.

٢ ـ وجود المواد الحطامية الهشّة والسهلة الانجراف.

٣ ـ الازدياد الشديد في كمية المياه السائلة بسبب الأمطار الغزيرة أو الذوبان الناشط للثلوج.

أما عوامل التعرية الجوية في المناطق القاحلة المفتقرة إلى

(*) الأوروغرافيا Oragraphie ـ علم الجبال.

النباتات، فإنها تشكل احتياطاً للمواد الحطامية الهشّة المتكونة من جذور النباتات غير المثبتة بالتربة، ومن جهة أخرى، فإن الأمطار الغزيرة تجرف معها أحياناً الطبقة السطحية للتربة والصخور والمواد الحطامية.

١٦ـ ٩. هل ترتبط الانجرافات في الجبال بحالة الطقس؟

تتكون الانجرافات عندما تتحرك كتل الصخور الجبلية إلى الأسفل عبر السفح تحت تأثير قوة الثقل، وتنشأ هذه الانجرافات عادةً على سفوح الجبال المنحدرة عند اختلال توازن الصخور بسبب قلة متانتها نتيجة الهزات الأرضية وعوامل التعرية الجوية أو نتيجة ازدياد نسبة الرطوبة فيها بسبب الأمطار والثلوج.

إذن، فالظروف المتيورولوجية يمكنها أن تكون سبباً مباشراً في حدوث الانجرافات الجبلية. وعلى سبيل المثال، ففي شهر نيسان عام ١٩٧٩ تساقطت الأمطار بغزارة في منطقة أوش جنوبي قرغيزيا السوفياتية لمدة أربعة أيام متواصلة، وبلغت كميتها في مناطق أخرى مئتي ملليمتر أي نصف المعدل السنوي تقريباً. ونتيجة لذلك، اندفعت عشرات الانجرافات وتيارات الطين من السفوح «المتورّمة» إلى الحقول والمراعي والطرقات والممرات الجبلية والقرى الآهلة. وإلى جانب الخسارة التي منيت بها الأراضي الزراعية وخطوط الاتصالات الكهربائية والهاتفية والمباني السكنية والإدارية، تضرر العديد من الشرايين الحيوية الهامة، ونفقت أعداد هائلة من القطعان التي كانت موجودة في مراع نائية. كما تراكمت الثلوج وبلغت سماكة طبقتها متراً ونصف المتر في بعض المناطق مهددةً بذلك بإبادة كاملة للحيوانات وبما أنه كان من الصعب جداً الوصول إلى هذه المناطق بواسطة جميع وسائل النقل، فقد جرت إغاثة الحيوانات بالطائرات والطوافات التي ألقت رزماً من الأعشاب وأكياساً من العلف. أما حصيلة الجهود البطولية التي قام بها الطيارون وغيرهم، فكانت إنقاذ حياة آلاف الناس وإغاثة العديد من القطعان.

إذن، فحالة الطقس في الجبال تقدم، من وقت لآخر مفاجآت

للسكان مشحونة بنتائج وخيمة. فالانجرافات الجبلية تعتبر إحدى هذه المفاجآت وأخطرها على الإطلاق.

١٦ـ ١٠. لماذا يصادف وجود الصحارى في الجبال؟

يمكننا مصادفة المناطق الصحراوية والقاحلة في الأقاليم شبه الاستوائية الجبلية بالمناطق الداخلية للقارات، حيث تعرقل الجبال الدخول الحرّ للهواء الرطب من المحيطات. فالمنخفضات الطبيعية المحاطة بالجبال من جميع الجهات، والهضاب القليلة الارتفاع والسهول المقفرة، تعاني، بشكل خاص، من نقص في كميات الأمطار المتساقطة. وللمثال على هذه الصحارى، يمكننا أن نذكر هضاب جنوب نيڤادا والوهدة الجبلية ـ سهل الموت في كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأميركية. فهذه الوهدة الجبلية ـ سهل الموت، الواقعة على عمق ٨٥ متراً عن سطح البحر بين سلاسل أمارغوس وبانامنت الجبلية، تفتقر إلى الأمطار في فصل الصيف، وتبلغ درجة حرارة الهواء فيها مقادير قريبة من الحد الأقصى المطلق المسجّل يوماً ما على سطح الأرض! ٥٦,٧ درجة مئوية في تموز عام ١٩١٣. وقد أطلقت على سهل الموت هذه التسمية في أعوام غزو غرب أميركا، عندما دفع العديد من النازحين والباحثين عن الذهب دفعوا حياتهم في محاولة لاجتياز هذا السهل على عربات تجرها الجياد.

١٦ـ ١١. هل تخضع المناطق الجبلية المرتفعة لتقلبات الطقس بالنسبة نفسها التي تخضع لها المناطق السهلية؟

نعم، فالمناطق الجبلية المرتفعة تخضع لتقلبات الطقس بنسبة لا تقل إطلاقاً عن المناطق السهلية. وللمثال على ذلك، يمكننا أن نذكر دولة نيبال، البلد الجبلي المرتفع في الهملايا والواقع في قلب القارة الآسيوية، وإن عام ١٩٧٩ في هذا البلد لم يكن ملائماً قطّ بالنسبة للمزارعين: لقد استمر الجفاف في فصل الربيع لفترة زمنية طويلة، واستبدل، فيما بعد، بالأمطار المتواصلة على مدى شهر دائم. ونتيجة لذلك، انخفض المحصول الزراعي عن مستواه الاعتيادي بنسبة عشرين

بالمئة. أما في فصل الخريف، وتحديداً في شهر تشرين الأول، فقد تجدد تساقط الأمطار مرة أخرى، ولكنها هذه المرة كانت مصحوبة بالبَرَد الذي أتلف نصف مزروعات الأرز والفول والحمص في غرب البلاد.

١٦ـ١٢. ما هي ميزات مناخ الهضاب الجبلية على خطوط العرض الوسطي؟

يمكننا اعتبار مناخ البراري المنغولية الواقعة على ارتفاع يتجاوز الألف متر، مناخاً نموذجياً للهضاب الجبلية على خطوط العرض المعتدلة. فهذا المناخ يتميز بصيف دافىء وشتاء بارد لا يتخلّله تساقط الثلوج، أما كميات الأمطار فهي ضئيلة جداً وتتساقط غالباً في فصل الصيف. وعلى سبيل المثال، ففي عاصمة منغوليا أولان باتور، التي تقع على خط العرض الشمالي ٤٧,٩ درجة وخط الطول الشرقي ١٠٦,٨ درجة وعلى ارتفاع يراوح بين ١٣٠٠ و١٥٠٠ متر عن سطح البحر، بلغ معدل درجات الحرارة في شهر تموز ١٧ درجة مئوية وفي كانون الثاني ٢٤ درجة مئوية تحت الصفر. وقد بلغت كمية الأمطار المتساقطة ٢٤٠ ملليمتراً وكان معظمها بين شهري أيار وأيلول.

١٦ـ١٣. ما هي ميزات الطقس والمناخ في المناطق الجبلية المرتفعة والواقعة في القارة الآسيوية؟

تتميز المناطق الجبلية المرتفعة في قارة آسيا (على ارتفاع يزيد على ثلاثة آلاف متر عن سطح البحر) على خطوط العرض شبه الاستوائية بخاصية مناخية مميّزة واحدة: التأثير الشديد على وجه الاستثناء للعوامل الجوية المتنامية في طبقة التروبوسفير الوسطى، والتي لا نلاحظ بسببها هنا أي تحوّل لهواء خطوط العرض المعتدلة باتجاه الهواء الاستوائي، بينما يتسخّن الهواء فوق السهول المتاخمة، والآتي من خطوط العرض المعتدلة، بشدة كبيرة مكتسباً بذلك خصائص الكتلة الهوائية الاستوائية. ولهذا السبب، فإننا نلاحظ هنا عدم ارتفاع كبير في درجات حرارة الهواء في فصل الصيف، كما نلاحظ انخفاضاً في درجات الحرارة بمعدل مرتين عن الأراضي المنخفضة على خطوط العرض الجغرافية

نفسها (يشكل معدل انخفاضها في شهر تموز ١٥ درجة مئوية).

أما الميزة الثانية التي تتميز بها طبقة التروبوسفير الوسطى، فهي شدة جفاف الهواء وانخفاض نسبة الرطوبة في الكتل الهوائية بمعدل أربع مرات عن طبقة التروبوسفير السفلى. فالنقص الحاد في بخار الماء بالهواء يسبب تقلبات كبيرة في درجات الحرارة على مدى ٢٤ ساعة، ويعتبر ميزة مناخية ثالثة خاصة بالمناطق الجبلية المرتفعة في قارة آسيا.

وفيما يخص كميات الأمطار المتساقطة، فإن اتجاه سفوح السلاسل الجبلية بالنسبة للرياح التي تحمل معها الرطوبة من البحار، يلعب دوراً هاماً للغاية. وعلى سبيل المثال، فإن تأثير المحيط الأطلسي يبدو واضحاً على المناطق الجبلية في هاندوكوش وباميرا وهضبة التيبت الغربية: وتتساقط الكمية الأساسية للأمطار هنا في فصل الشتاء، مع أنها تتساقط بشكل كافٍ في فصل الصيف ببعض المناطق (مثل هضبة باميرا). أما على جبال التيبت الشرقية، وتحت تأثير الرياح الموسمية للمحيطين الهادىء والهندي تتساقط الأمطار بشكل كافٍ في فصل الصيف مغذيةً أنهر جنوب شرق آسيا مثل ميكونغ ويانتسيتسيان وخوان خيه. وفي منطقة لخاس التي تقع على ارتفاع ٣٧٠٠ متر عن سطح البحر وعلى خط العرض الشمالي ٣٠ درجة وخط الطول الشرقي ٩١ درجة، تبلغ كمية الأمطار المتساقطة سنوياً ١٦٠٠ ملليمتر، بما في ذلك ما يقل عن ٢٠ ملليمتراً فقط في فصل الشتاء.

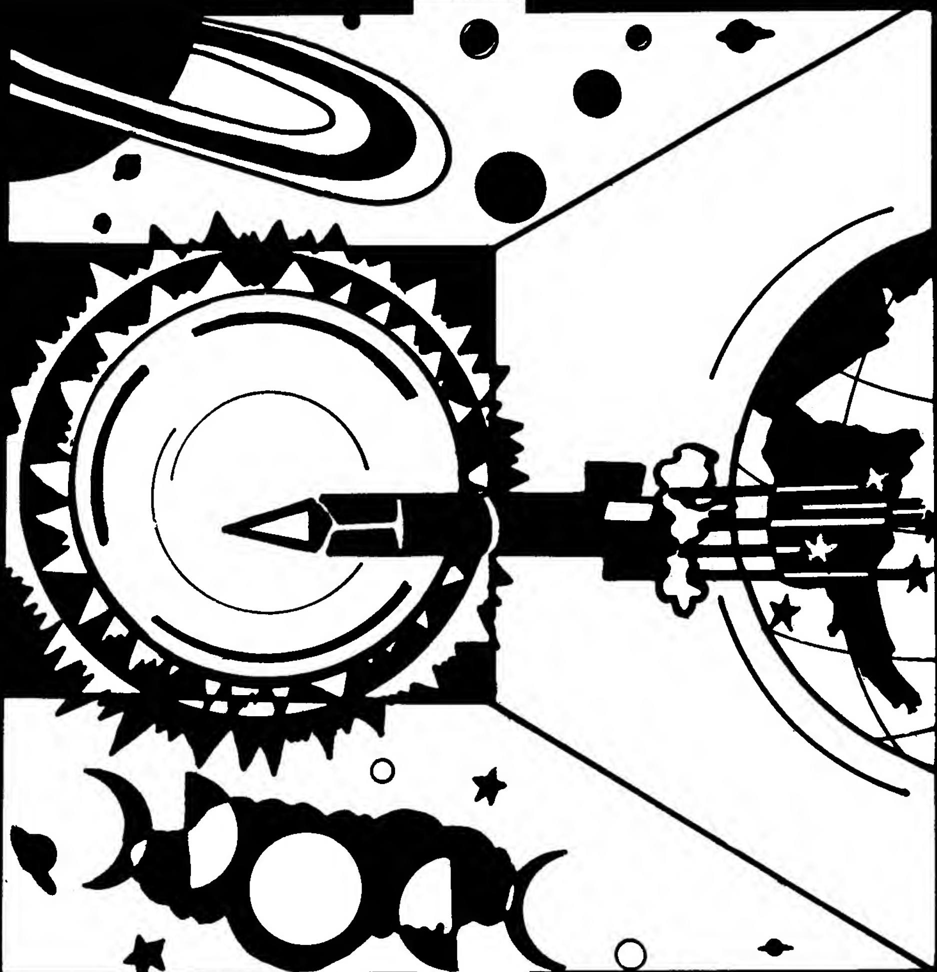
١٦ـ١٤. هل أن التفاوت السنوي في درجات الحرارة هو كبير بالنسبة للمناطق الجبلية كافة؟

إن التفاوت السنوي في درجات الحرارة في المناطق الجبلية هو أكبر بكثير منه في المناطق السهلية على جميع خطوط العرض باستثناء خطوط العرض الاستوائية. وعلى سبيل المثال، ففي مدينة كيتو الواقعة في الاكوادور على خط الاستواء وعلى ارتفاع ٢٨٥٠ متراً عن سطح البحر، يساوي التفاوت السنوي في درجات الحرارة صفراً، ويبلغ معدل درجات الحرارة ١٢,٧ درجة مئوية في أكثر أشهر السنة دفئاً و١٢,٥ درجة مئوية في أكثر أشهرها بردا.

غير أن التفاوت اليومي في درجات حرارة الهواء بالمناطق الجبلية المرتفعة-من الأقاليم الاستوائية هو أكبر بكثير منه في المناطق السهلية أو على سواحل البحار حيث يبلغ ١٥ درجة مئوية تقريبا. إذن، فالتفاوت اليومي في درجات الحرارة بمدينة كيتو يمكن أن يبلغ عشرين درجة مئوية (درجة الحرارة القصوى ٢٠ مئوية والدنيا ٣ مئوية). ومن الممتع في ذلك، أن الأمطار في المناطق الجبلية عند خط الاستواء تتساقط بكميات كبيرة خلافاً لخطوط العرض شبه الاستوائية، ويبلغ مجموعها السنوي في مدينة كيتو ١١٢٠ ملليمترا.

الفصل السابع عشر

الغلاف الجوي للشمس وكواكب المجموعة الشمسية



الفصل السابع عشر

الغلاف الجوي للشمس وكواكب المجموعة الشمسية

إنّ الشمس ومناخ كواكب المجموعة الشمسية وطقسها، مواضيع تبدو بعيدةً عن حياتنا على الأرض وحتى عن حالة الطقس التي نصطدم بها كل يوم على كوكبنا. وقد اعتاد الناس على أن الشمس تنير، فكيف تنير وتسخّن يبدو ذلك لنا مرتبطاً بالطقس وليس بالعكس. أما فيما يتعلق بالكواكب الأخرى، فلقد أدركنا منذ طفولتنا حقيقةً تامة تقول إن باستطاعة هذه الكواكب أن تنير علينا بأشعة عاكسة وطفيفة جداً فقط، ولكن ليس باستطاعتها تسخين سطح الأرض.

إنّ ذلك كله ليس سهلاً جداً. فكل ما يجري على الشمس له علاقة مباشرةً بأحوالنا على الأرض، ولذلك فهو يستحق الاهتمام. أما دراسة أتموسفير (الغلاف الجوي) كواكب المجموعة الشمسية بشكل كامل بالإضافة إلى دراسة النشاط الشمسي، من شأنها أن تساعدنا بشكل أفضل على معرفة أتموسفير الأرض، مع العلم أن القوانين الفيزيائية الأساسية التي توصل إليها العلم تنطبق أيضاً خارج نطاق كوكب الأرض. فالعديد من العلماء يربط عدم الثبات المعروف في النشاط الشمسي، الذي يظهر من خلال وجود مجموعة من الدورات المتعددة السنوات في نشاط الشمس (٥ـ ٦ سنوات، ١١ سنة، ٢٢ سنة، نصف قرن، قرن. . . إلخ)، بالتقلبات الدورية في نظام درجات الحرارة والأمطار وحالة الأنهر المتجمدة ومؤشرات متيورولوجية مائية أخرى على الأرض. ومع ذلك، فمن الخطأ اعتبار هذه الرابطة غير مبرهنة، وبذلك لا وجود لأي أساس في تجاهل هذه الإمكانية. تستطيع الشمس،

كمصدر وحيد للطاقة على الأرض، أن تؤثر مبدئياً، في حال تقلبات نشاطها، في أتموسفير الكرة الأرضية وظروف الطقس. فكيف يحصل تأثير الشمس في ذلك كله؟

وعند رصدنا لحالة الأتموسفير حول الشمس وحول الكواكب الأخرى، سواءعلى سطح الأرض أو بواسطة أجهزة القياس الموجّهة إلى الكواكب الأخرى والمركزّة على محطات أوتوماتيكية، فإننا نستكشف أشياء هامة وممتعة للغاية.

ولا يوجد شيء من الغرابة في أن حجم المعلومات عن حياة كواكب المجموعة الشمسية يزداد يوماً بعد يوم، ومع تزايد المعلومات تُطرح أسئلة جديدة تهم سكان الكرة الأرضية بشكل جدّي. وليس باستطاعتنا اليوم الإجابة على كل الأسئلة، ولا ينبغي اعتبار الأجوبة على بعض الأسئلة في هذا الفصل أجوبةً نهائية تماماً، إذ أن عملية توسيع معارفنا ستدقق معظم تصوراتنا.

١٧ـ ١. ما هي ثابتة Constante الشمس؟

إنّ ثابتة الشمس هي التيار الكامل لطاقة الشمس الإشعاعية عند الحد الأدنى للأتموسفير على مسافة متوسطة بين الأرض والشمس. وبالاستناد إلى قياسات متكررة على مدى أربعين سنة، فإنّ مقدار هذه الثابتة يساوي ١٣٦ ميغاواط / سم^{٢} أو ١,٩٥ كالوري / دقيقة × سم.^{٢} وعلى مدى تاريخ قياس تيار طاقة الشمس الإشعاعية، لم تلاحظ أية تغييرات في مقدارها والتي من شأنها أن تدخل ضمن إطار الأخطاء في القياسات، أو كادت تتسم بانتظام معيّن. لذلك، فقد تم تسمية هذا المقدار بثابتة Constante الشمس ـ وقد تبيّن أن العلم الحديث لا يعرف أي براهين لتغيّرات تيار الإشعاع الشمسي ـ فإنارة الشمس ستبقى ثابتةً على مدى فترة وجود الحياة على الأرض، وهي تساوي ٣,٨٣ × ١٠^{٢٣} كيلو واط.

١٧ـ ٢. ما هي أهمية الإنارة الشمسية بالمقارنة مع إنارة النجوم؟

بالاستناد إلى الإحصاءات المتعلقة بالنجوم، فإن الشمس تنتمي

إلى الدرجة G2ـ أي ما يسمّى بدرجة الأقزام الصُّفر. وتنقسم الدرجات الطيفيّة Spectrales إلى سبع درجات ـ ابتداءً من النجوم الهائلة الإنارة ذات اللون الأزرق ـ البنفسجي التي تتراوح درجة حرارة إشعاعها بين ٤٠ ألف و٥٠ ألف كلفن، إلى النجوم الضئيلة الإنارة ذات اللون البرتقالي ـ الأحمر التي تبلغ درجة حرارة إشعاعها ثلاثة آلاف كلفن. وهذه الدرجات هي: M, K, G, F, A, B, O.

تحتل الشمس موقعاً وسطياً بين النجوم الأخرى حسب الإنارة ـ بين النجوم المتوسطة الإنارة والنجوم الضئيلة الإنارة، أي أنها تحتل المركز ٥٣ من أصل ٧٠ (في كل درجة من درجات Classes النجوم، هناك عشر درجات فرعية Sous-Classes).

١٧ـ ٣. ما مدى ثبوتية إنارة الشمس والنجوم؟

بالاستناد إلى نظرية التوازن بين النجوم، فإنّ إنارة الشمس تتحدد من خلال كتلتها كباقي النجوم. ولذلك، ينبغي أن تتغيّر بشكل قليل جداً مع الزمن، لأنّ تناقص كتلة الشمس ضئيل جداً بالمقارنة مع تاريخ حياة البشرية.

١٧ـ ٤. ما هي سرعة دوران الشمس؟

تدور الشمس حول محور يشكل مع فلك الأبراج Eliptique زاوية انحناء قدرها ٨٢ درجة و٤٥ دقيقة؛ أما السرعة الزاويّة vitesse angulaire فهي أقل بعدة مرات منها على الأرض. وتقوم الشمس بدورة واحدة تتراوح فترتها بين ٢٥ و٣٠ يوماً أرضياً، أما قطر الشمس فيبلغ ١٣٩٢٠٠٠ كلم.

١٧ـ ٥. كم تبلغ كتلة الشمس؟

إنّ كتلة الشمس هي كبيرة جداً بحيث أنها تكاد لا تُقارن مع كتلة أي كوكب آخر من كواكب المجموعة الشمسية. وتبلغ كتلة جميع الكواكب مجتمعة ٧٤٠ مرة تقريباً أقل من كتلة الشمس.

١٧ـ٦. هل ثمة غلاف جوي حول الشمس؟

يمكننا اعتبار طبقات الشمس الخارجية، التي تبلغها عمليات الرصد الجوي، غلافاً جوياً للشمس. أما طبقة أتموسفير الشمس السفلى فتسمّى بالفوتوسفير Photosphère (سطح الشمس النيّر)، وهي تعتبر مصدراً لمجمل الإشعاع الشمسي تقريباً. وتبلغ سماكة هذه الطبقة حوالي ٣٠٠ كلم ومعدّل كثافتها ٣ × ١٠$^{-٤}$ كلغ / متر^{٣}، وتراوح درجة حرارتها بين ٦٠٠٠ و٤٢٠٠ كلفن.

وإلى الأعلى من طبقة الفوتوسفير، تقع طبقة ثانية من الأتموسفير (الغلاف الجوي) الشمسي تسمّى كروموسفير Chromosphère (طبقة قرمزية من الغاز تكتنف الشمس). وتبلغ سماكتها عشرة آلاف كيلومتر تقريبا. وإلى الأعلى من هذه الطبقة أيضاً، هناك ما يسمّى بالإكليل الشمسي Couronne Solaire، الذي يعتبر أكثر أجزاء الأتموسفير الشمسي خلخلةً.

والجدير بالذكر، أن طبقة الكروموسفير والإكليل الشمسي يعطيان كامل كمية الإشعاع الشمسي الملحوظ.

١٧ـ٧. لماذا نعمل على إبراز الشمس من بين النجوم الأخرى؟

لإبراز كوكب الشمس بين النجوم الأخرى، ثمة أساس موضوعي هو أن الشمس في الواقع هي نجم عادي له المقاييس نفسها والكثافة ووهج الإنارة كآلاف النجوم الأخرى، فإنها تبدو لنا مصدراً وحيداً للطاقة بحكم ظروف عديدة، وهي بالتالي مصدر الحياة على الأرض.

فهذه الظروف هي استثنائية:

- إلى جانب كواكب عديدة أخرى، تنتمي الأرض إلى المجموعة الشمسية، أي أنها تدور حول الشمس وتتحرك معها.

- تقع الأرض على مقربة من الشمس نسبياً حسب المقاييس الفضائية، وتبعدُ عنها ١٤٩ مليون كلم كمعدّل وسطي، أو أكثر بقليل من ثماني دقائق ضوئية، بينما تقع أقرب النجوم الأخرى على مسافة أكبر

بآلاف المرات (الشِعري Sirius على مسافة ٨,٧٥ سنة ضوئية، فيغا Vega على مسافة ٢٦,٥ سنة ضوئية).

من جهة أخرى، وعند حصول كوكب الأرض على جزء من مليارين من طاقة الشمس الإشعاعية، فإنه يضمن بذلك كمية من الحرارة الضرورية للحياة عليه، حيث يسود التوازن مدة مليون سنة، الأمر الذي يضمن الاستقرار النسبي للمناخ ولظروف الحياة على الأرض.

١٧ـ٨. ما أهمية خدمة الشمس؟

إنّ خدمة الشمس تأسست من أجل دراسة الشمس وتبادل المعلومات حول تغيّر النشاط الشمسي. فتقلّبات النشاط الشمسي تُحدثُ زوابع مغنطيسية وإشراقاً قطبياً وتغيّراً في حالة الفضاء القريب من الأرض وظروفاً لمرور الموجات اللاسلكية. كما تؤثر تقلبات النشاط الشمسي في العمليات المتيورولوجية أيضاً، مع أن دورها في تغيير حالة الأتموسفير الأرضي ليس واضحاً حتى الآن.

من جهة أخرى، ففي إطار خدمة الشمس، يجري إعداد كثير من البرامج لدراسة نشاطها، ومن هذه النشاطات نذكر: عام الهدوء الشمسي (١٩٦٤ و١٩٦٥)، وعام الحد الأقصى الشمسي (من ١ آب ١٩٧٩ حتى ٣٠ نيسان ١٩٨١).

١٧ـ٩. هل ثمة غلافات جوية حول الكواكب الأخرى من المجموعة الشمسية؟

نعم، فلكل من كواكب المجموعة الشمسية غلافه الجوي، غير أن تركيب الغازات في الغلاف الجوي للأرض يختلف تماماً عنه حول الكواكب الأخرى. كما يختلف الغلاف الجوي لكوكب معيّن عن غيره لأي كوكب آخر.

من جهة ثانية، فإنّ أكبر كثافة للأتموسفير وأكبر مقدار للضغط الجوي هما على كوكب الزهرة، وأصغرهما على كوكب عطارد.

١٧ـ ١٠. بأية وسائل تجري دراسة الغلافات الجوية لكواكب المجموعة الشمسية؟

لقد استطاع الإنسان في السابق أن يحكم على الكواكب وغلافاتها الجوية من خلال معلومات المراقبة بواسطة الأجهزة البصرية Optiques فقط. وقد ساعد اكتشاف التحليل الطيفي في النصف الثاني من القرن الماضي على دراسة تركيب أتموسفير الكواكب بواسطة طيف الإشعاع.

أما إنشاء الصواريخ والمحطات الأوتوماتيكية ما بين الكواكب في الخمسينات والستينات من القرن الحالي، فقد زاد بشكل حاسم من إمكانية دراسة الغلافات الجوية لكواكب المجموعة الشمسية بواسطة توجيه أجهزة القياس مباشرةً نحو طبقة الغلافات الجوية للكواكب القريبة. فعلى سبيل المثال، بلغت المحطة الأوتوماتيكية Vénus 4 كوكب الزهرة (Vénus) لأول مرة في عام ١٩٦٧، وهبطت محطة Vénus 7 لأول مرة على سطح الزهرة في عام ١٩٧٠، ووفرت محطة Vénus 9 إلتقاط الصّور من سطح هذا الكوكب في عام ١٩٧٥، وأرسلت محطتا Vénus 13 و Vénus 14 على مدى ساعتين من سطح كوكب الزهرة في عام ١٩٨١، معلومات عن حالة غلافه الجوي وظروف إنارة الغيوم وسطح هذا الكوكب. كما قدمت هذه المحطات الأوتوماتيكية السوفياتية معلومات غنية عن تركيب نظام الأتموسفير وتكوينه حول كوكب الزهرة.

أما المحطات الأميركية بين الكواكب «مارس» و«بايونير» و«مارينير» و«فوايّاجير» Voyageur)، فقد أعطت معلومات جديدة هامة عن الغلافات الجوية للمريخ Mars وعطارد Mercure وزحل Saturne.

١٧ـ ١١. ما هي مقادير ثابتة الشمس Constante Solaire على كواكب المجموعة الشمسية؟

لقد تم حتى الآن تسجيل خمسة مقادير لثابتة الشمس على خمسة كواكب هي:

عطارد ٩٣٥ $\frac{\text{ميغاواط}}{\text{سم}^{٢}}$

الزهرة	٢٦٥	ميغاواط/سم^{2}
الأرض	١٣٦	ميغاواط/سم^{2}
المريخ	٦٠	ميغاواط/سم^{2}
المشتري	٥	ميغاواط/سم^{2}

تفوق ثابتة الشمس بمرات عديدة مقدارها بالنسبة للأرض فيما يتعلق بالكواكب الواقعة بالقرب من الشمس، أما بالنسبة للكواكب البعيدة عن الشمس فهذه الثابتة قليلةٌ جداً.

١٧ـ١٢. ما الاختلاف في قدرة الأسطح العاكسة لكواكب المجموعة الشمسية؟

إنّ المقادير المتوسطة لقدرة الأسطح العاكسة (وحدة القياس ـ نوار(*) مع الأخذ بالاعتبار وجود الأتموسفير والغيوم على الكواكب هي تقريباً على الشكل التالي:

عطارد ٠,٠٩	المريخ ٠,٢٠	أورانوس ٠,٥٠
الزهرة ٠,٧٧	المشتري ٠,٥٠	نبتون ٠,٥٠
الأرض ٠,٣٠	زحل ٠,٥٠	

فكما نلاحظ، ثمة فرق شاسع بين هذه المقادير التي تتحدد كما من خلال خصائص الظروف على سطح الأرض، كذلك من خلال خصائص تركيب غلافاتها الجوية ووجود الغيوم عليها. وعلى سبيل المثال، فعلى كوكب الزهرة، كما على كوكب الأرض، توجد سحب تمتاز بتركيب القطرات السائلة، وعلى كوكب المريخ ثمة سحب غبارية

(*) Allédo. معدّل ما تعكسه مادة جسم ما من نور الشمس الواقع عليها.

بشكل أساسي. والجدير بالذكر، أن سطح المريخ يكسوه الغبار بشكل تام.

١٧ـ١٣. ما المعروف حالياً عن أتموسفير المريخ؟

يتميّز أتموسفير المريخ بكثافة أقل من كثافة أتموسفير الأرض، ويبلغ مقدار الضغط الجوي على سطح المريخ ٦٪ فقط من الضغط الجوي على سطح الأرض. أما الغازات الأساسية المكوّنة لأتموسفير المريخ فهي: غاز الكربونيك (حوالي ٥٠٪)، والآزوت والآرون (حوالي ٥٠٪). كما يحتوي أتموسفير المريخ على غازات أخرى ولكن بكميات ضئيلة جداً، ومن هذه الغازات: الأوكسجين وبخار الماء وأوكسيد الهيدروجين، وتشكل كلها مجتمعة ١/١٠ فقط من ١٪ من تركيب الغازات في أتموسفير المريخ. أما معدل درجات الحرارة فيبلغ على سطح المريخ ٢٣٠ كلفن، بحيث يبلغ على الجهة المضاءة من سطح هذا الكوكب ٢٨٠ كلفن نهاراً، وعلى الجهة المظلمة ٢٠٠ كلفن ليلاً. وأما طول الأيام على المريخ فهو نفسه كما على الأرض، بينما يفوق طول السنة على المريخ طولها على الأرض بمرتين تقريباً، حيث تتكون السنة المرّيخية من ٦٨٧ يوما.

من جهة ثانية، فإن درجة الحرارة في أتموسفير المرّيخ تنخفض صعوداً بمرتين تقريباً أبطأ منها في أتموسفير الكرة الأرضية. ويتكون المرّيخ من «قبعات» قطبية جليدية تتكون من حامض الكربونيك المتجمد، الذي تبلغ حدوده خط التوازي ٦٠. ولدوران الأتموسفير حول المريخ تشابه تام مع دوران الأتموسفير حول الأرض، لكن شدة الدوران حول الأول تفوق شدتها حول الثاني، لأن التفاوت في درجات الحرارة بين خط الدوران حول الاستواء والقطبين على المريخ يفوق بـ ٢,٥ أو ٣ مرات ذلك التفاوت في درجات الحرارة على الأرض.

١٧ـ١٤. ما هي ظروف الطقس على المريخ؟

باستطاعتنا وصف ظروف الطقس على المريخ بشكل تقريبي فقط. فنحن نعلم إلى حدّ معيّن من اليقين أنّ السّير اليومي لدرجات

الحرارة على هذا الكوكب كبير جداً، كما نعلم أنّ فصل الشتاء ينبغي أن تسوده الرياح الغربية بينما تسود فصل الصيف الرياح الشرقية، لأنّ الشكل المناطقي للدوران هو الأكثر سيطرةً على هذا الكوكب. أما عمليات خط الزوال Méridiane فهي أضعف بكثير عما هي عليه على الأرض.

أما تحليل الصُّور التلفزيونية لغطاء الغيوم، فإنه يبيّن وجود غيوم من النوع الجبهوي Frontale، بالإضافة إلى السحب الغبارية المنخفضة ذات اللون الأخضر والسحب البلورية الرقيقة المرتفعة من اللونين الأزرق والأبيض. أما العواصف الغبارية التي تتخذ طابعاً شمولياً، فينبغي اعتبارها ظاهرةً مميّزة لحالة الطقس على المريخ. وقد لوحظت إحدى هذه العواصف الغبارية عند تحليق المحطات الأوتوماتيكية ما بين الكواكب «مارس» و«مارينيير» في نهاية عام ١٩٧١ وبداية عام ١٩٧٢ ومن ميزات هذه العواصف ما يسمّى بظاهرة الدفيئة Greenhouse effect المضادة، وهو عبارة عن تبرّد سطح المريخ وارتفاع درجة حرارة غلافه الجوي تحت تأثير امتصاص الغبار لأشعة الشمس.

١٧ـ ١٥. هل كان مناخ المريخ دائماً كما هو عليه الآن؟

يشكل المريخ، في الوقت الحاضر، كوكباً صحراوياً خالياً من المياه وبارداً جداً بالمقارنة مع كوكب الأرض. ويميل العديد من البحاثة إلى الاعتبار بأن الظروف على المريخ كانت في الماضي البعيد مختلفةً تماماً عما هي عليه الآن. وعلى وجه الخصوص، فإنّ أتموسفير المريخ، كان أكثر كثافةً، وكان للمياه على سطحه وجود ملموس. فهذا ما تؤكده الرواسب التي اكتشفت على سطح المريخ. وتضاريس سطحه الذي يحتوي على العديد من السهول الضيّقة، التي تذكرنا بالأقنية الطبيعية التي جرت فيها المياه يوماً ما كما في أقنية الكرة الأرضية، أو جرى فيها سائل آخر.

وحسب آراء بعض العلماء، فقبل أن يصبح أتموسفير المريخ حديثاً، أي عندما كان في طور «ما قبل الأوكسجين»، تكوّن أتموسفير

هذا الكوكب في البدء من الهيدروجين ومن ثم كان مكوّناً من الأمونياك، وسيصبح أتموسفير المريخ في المستقبل البعيد فقط مشابهاً لأتموسفير الكرة الأرضية. إلاّ أن معلوماتنا ومعرفتنا لأتموسفير المريخ ليست كاملةً جداً، ويتخذ تصوّرنا لتطوره في السابق طابعاً افتراضياً بحتاً.

١٧ـ١٦. كيف هي حال الغلاف الجوي حول عطارد؟

يفتقر كوكب عطارد فعلياً للغلاف الجوي مثله مثل القمر، إلاّ أنّ كميات ضئيلة جداً من غاز الكربونيك تم اكتشافها حول هذا الكوكب. أما الضغط الجوي الذي يكوّن هذا الغاز فيساوي ١/ ١٠٠٠ تقريباً من الضغط الجوي في أتموسفير الأرض. وبالاستناد إلى الافتراضات التي أجمع عليها العديد من العلماء، فإنّ غازات خفيفة خرجت من تركيب الغلاف الجوي لكوكب عطارد في فترة زمنية معيّنة، لأنه وبسبب المقدار الضئيل لكتلة عطارد، بدا هذا الكوكب غير قادر على الاحتفاظ بالأتموسفير الذي نشأ لأول مرة حوله والذي تكوّن من ناتج عملية استخراج الغازات dégazage من قشرة عطارد الصلبة. أما كتلة عطارد فتقل بـ ١٨ مرة عن كتلة الأرض وبمرّتين تقريباً عن كتلة المريخ. ولهذه الأسباب عينها، بدا القمر، بكتلته التي تقل عن ذلك بكثير، خالياً كلياً من الغلاف الجوي (تقل كتلة القمر عن كتلة الأرض بـ ٨١ مرّة).

١٧ـ١٧. مما يتكوّن أتموسفير الزهرة؟

يعتبر كوكب الزهرة من أكثر الكواكب سطوعاً وجمالاً من بين كواكب المجموعة الشمسية بالنسبة إلينا، وكان باستمرار مركز اهتمام الإنسان على مدى قرون عديدة. فالمعلومات التي حصل عليها العديد من العلماء في النصف الثاني من القرن الحالي بدت غير متوقعة وحتى مخيّبة للآمال. تكسو سطح هذا الكوكب طبقةٌ كثيفة من السحب المتكوّنة من قطرات حامض الكبريتيك، حسب رأي فريق من العلماء، ومن قطرات حامض الأملاح، حسب رأي الفريق الآخر.

أما التحليل الطيفي Spectrale لأشعة الزهرة، فقد أظهر أن غلافه الجوي يحتوي على نسبة ٩٥٪ من غاز الكربونيك و ٣٪ من الغازات

المتعادلة (لا حامضية ولا قاعدية) و ٢٪ من الآزوت والآرغون. بالاضافة إلى ذلك، يحتوي كوكب الزهرة على كميات ضئيلة جداً من الأوكسجين وبخار الماء وحامض الأملاح وحامض الفلوريد وغاز الفحم.

يتميّز كوكب الزهرة بكثافة غلافه الجوي، ويزيد مقدار الضغط الجوي على سطحه بـ ٩٠ أو مئة مرّة مقدار الضغط الجوي على الأرض.

وبالاستناد إلى نتائج الأبحاث التي قام بها العالم السوفياتي ك، كوندراتييف في عام ١٩٧٥، فإنه لم تظهر أي مركبات للكبريت في أتموسفير الزهرة، وبالتالي فإنّ الغيوم التي تكسو سطح هذا الكوكب ينبغي أن تتكوّن من قطرات حامض الأملاح وليس من حامض الكبريتيك.

١٧ـ١٨. كيف هو نظام درجات الحرارة على الزهرة؟

يعتبر كوكب الزهرة في كل خصائصه كوكباً فريداً من نوعه ولا يشبه بتاتاً بقية الكواكب. فهو يدور ببطء للغاية إذ تزيد فترة اليوم عليه بـ ١١٧ مرة فترة اليوم على الأرض، واتجاه دوران معاكس تماماً لاتجاه دوران الكواكب الأخرى كافة. ونتيجةً لسرعة دوران الزهرة البطيئة وانحناء سطح مداره القليل عن سطح خط الاستواء (أقل من ٣ درجات). فلا توجد عليه فصول السنة عملياً، كما أن درجة الحرارة على هذا الكوكب عند خط الاستواء هي نفسها عند القطبين (لا يتجاوز الفرق بينهما الدرجتين). وتتحرك موجة التسخين الشمسي على امتداد خط الاستواء الشمسي بسرعة ثلاثة أمتار في الثانية. وتبلغ درجة الحرارة على الجهة المضاءة لهذا الكوكب حوالي ٧٤٨ كلفن، وعلى الجهة المظلمة ٥٤٨ درجة كلفن. وتنخفض درجة الحرارة صعوداً وتبلغ في طبقة التروبوبوز على ارتفاع ٥٨ كلم حوالي ٢٨١ درجة كلفن، أي ما يقارب تماماً المقادير نفسها بالنسبة لظروف الأرض. وفي طبقة الـ ٥٨ـ كلم من تروبوبوز الزهرة، يتم انتقال شديد للهواء يرتبط بعمليات الحمل السريعة Convection.

١٧ـ١٩. كيف تتم عملية دوران الأتموسفير حول الزهرة؟

إنّ الرياح هي العامل الأكثر أهميةً في التبادل الحراري وتوزيع الحرارة بين القسمين النهاري والليلي لسطح الزهرة: يتم ارتفاع عمودي للهواء في القسم النهاري (المشمس)، وينبغي أن يسري في طبقة الأتموسفير السفلى تيار من الهواء البارد من القسم الليلي (المظلم). ويلاحظ على المستويات العليا تيار معاكس ـ انحسار تيار الهواء الساخن نحو الجزء المعاكس للشمس، حيث يهبط إلى الأسفل نحو سطح الأرض كي يبدأ دورةً جديدة في الحركة باتجاه القسم النهاري (المشمس).

ونظراً لسرعة دوران كوكب الزهرة البطيئة، فإنّ قوة انحناء دوراته تصغر أيضاً، وبذلك فإنها لا تبدي أي تأثير ملحوظ على الدوران الذي ينبغي أن يكون عند ذلك متناظراً بالنسبة لخط الاستواء. ونظراً لسرعة دوران الزهرة البطيئة أيضاً، فإنّ الرياح على كوكب الزهرة ينبغي أن تكون أخف بمرتين منها على الأرض، أي بسرعة خمسة أو ستة أمتار في الثانية، أو عشرين كيلومتراً في الساعة، ويبلغ الفرق في الضغط الجوي بين القسمين النهاري والليلي لهذا الكوكب حوالي ٢٨ ملليبار كمعدل وسطي. غير أن ضغط الهواء، وبفضل الكثافة الكبيرة لأتموسفير الزهرة، يزداد بعشر مرات أو خمس عشرة مرة عن ضغط الهواء على الأرض. وكما ذكرنا، فإنّ كوكب الزهرة يتميز بالانتقال الشديد للهواء بشكل عمودي، وتتزايد سرعة الرياح عليه مع الارتفاع كي تبلغ مئتي كيلومتر في الساعة عند الحدّ الأعلى لطبقة الغيوم.

١٧ـ ٢٠. ما هي نوعية السحب على كوكب الزهرة؟

يصعب علينا تصوّر الشكل الخارجي للسحب على الزهرة. وهناك أساس للافتراض بأن سماكة غطاء السحب تتراوح بين ٥٠ و٧٠ كلم، ويبدأ هذا الغطاء مباشرةً من على سطح هذا الكوكب. وتتكون هذه السحب من قطرات حامض الأملاح، وعندما تكسو هذه السحب سطح الزهرة بهذا الكثافة، فمن الممكن أن تحتوي على خلايا حمل

Convection متفرعة على غرار أقسام تنامي السحب الركامية الممطرة في كتلة الغيوم، وعلى شكل طبقات ذات طبيعة جبهوية Frontale على الكرة الأرضية. أما سرعة التيارات العمودية للحركات الانتقالية (حركات الحمل) فينبغي أن تتراوح بين متر ومترين في الثانية داخل غطاء السحب، حسب دراسات خاصة، ويمكن أن تبلغ السرعة القصوى للتيار العاصف عشرة أمتار في الثانية.

١٧ـ ٢١. بماذا يمكن تفسير انعدام الأوكسجين في أتموسفير الزهرة؟

يمكننا الافتراض بأن أتموسفير الزهرة، كباقي الكواكب بما فيها عطارد والأرض والمريخ، كان قد تكوّن نتيجة عملية استخراج الغازات Dégazage في القشرة الصلبة لهذا الكوكب. وبما أن ظروف هذا الكوكب بدت غير ملائمة لنمو النباتات ولتواجد جراثيم التمثيل الضوئي، فإنّ عملية التمثيل الضوئي Photosynthèse لم تتطور على كوكب الزهرة، مما تسبب في انعدام الأوكسجين على سطحه، مع أن هذا السطح يحتوي على مواد أولية لتكوّن الأوكسجين، وخصوصاً غاز الكربونيك.

١٧ـ ٢٢. ما هو تركيب الأتموسفير على المشتري؟

يتألف أتموسفير المشتري من الغازات الخفيفة ـ الهيدروجين والهليوم، وقد تم أيضاً اكتشاف كميات ضئيلة من الميتان والأمونياك. وكما يفترض بعض الباحثين، فإنّ الأمونياك يمكن أن يكون موجوداً في حالة بلورية سائلة (ويمكن أن تتكون الغيوم من قطرات وبلورات الأمونياك). فهذه الغازات المذكورة تتواجد في الطبقة العليا من الغلاف الجوي لكوكب المشتري، أي إلى الأعلى من السحب التي تكسو هذا الكوكب بطبقة كثيفة جداً تبلغ سماكتها ألف كيلومتر تقريبا. أما الطبقة السفلى من أتموسفير المشتري، فينبغي أن تحتوي على غازات أكثر ثقلاً وعلى الماء والأمونياك أيضاً.

أما كثافة أتموسفير المشتري، فهي ليست كبيرةً جداً؛ ويزيد

الضغط الجوي على سطحه بـ ١,٣ مرة عن الضغط الجوي على الأرض.

١٧ـ ٢٣. مِمَّ تتكون السحب على المشتري؟

كما يفترض العلماء، فإنّ السحب على المشتري هي سحب القطرات السائلة، وتتألف من المرّيخ المائي للأمونياك، كما يمكن أن تتألف من حامض الأملاح. وكما يُفترض أيضاً، فإنّ حدّها الأسفل ينبغي أن يقع على ارتفاع عشرات الكيلومترات فوق سطح المشتري، أي على ارتفاع يقارب الألف كيلومتر. ويسلّم بعض العلماء بإمكانية وجود عدّة طبقات سحبية فوق المشتري، بما في ذلك طبقة الأمونياك البلّوري.

إنّ الحقول السحبية فوق المشتري ليست ثابتة، وتلاحظ على شكل أحزمة على امتداد دوائر خطوط العرض وتتغيّر أشكالها أحياناً بسرعة كبيرة.

١٧ـ ٢٤. كيف يكون نظام درجات الحرارة في الغلاف الجوي لكوكب المشتري؟

باستطاعتنا إلى حدّ معيّن من التحديد أن نحكم على درجة الحرارة فقط عند سطح طبقة الغيوم للمشتري، والتي تقدّر ما بين ١٣٠ و١٥٠ كلفن. وهناك صعوبة كبيرة في تقدير نظام درجات الحرارة في الطبقة السفلى من الأتموسفير إلى الأسفل من طبقة الغيوم. وبالاستناد إلى بعض الدراسات، فإنّ درجة الحرارة في طبقة الأتموسفير إلى الأسفل من طبقة الغيوم تبلغ ٤٠٠ كلفن.

١٧ـ ٢٥. ماذا نعرف عن دوران الغلاف الجوي حول كوكب المشتري؟

المشتري هو كوكب ذو سرعة دوران كبيرة. ونظراً للكثافة الكبيرة في غطائه السحبي، فإنّ دوران الأتموسفير حوله يتجدد ليس

من خلال التسخين الشمسي لسطح هذا الكوكب، وإنما من خلال تأثير قوى الجاذبية الداخلية.

وانطلاقاً من اتجاه أحزمة الغيوم بالتوازي مع خط الاستواء، فإنّ دوران أتموسفير المشتري يتخذ طابعاً مناطقياً بشكل بارز. ومن إحدى خصائص هذا الدوران: التغيّر في سرعته على شكل وثبات على امتداد خط الزوال Méridiane، وهي تبلغ كيلومتراً واحداً في الثانية على خط العرض ٣ درجات.

١٧ـ٢٦. ما هي خصائص الغلافات الجوية حول الكواكب العملاقة الأخرى؟

إننا نعلم حتى الآن القليل القليل عن أحوال الغلافات الجوية حول الكواكب العملاقة الأخرى، التي تنتمي إليها، بالإضافة إلى المشتري، كواكب زحل وأورانوس ونبتون، وتتمتع هذه الكواكب بكتل هائلة وسرعة دوران كبيرة، لذلك فهي تحتفظ في غلافاتها الجوية بغازات خفيفة، إذ يوجد على كل منها غاز الهيدروجين وغاز الميتان. والجدير بالذكر، أن لبعض أقمار هذه الكواكب غلافاتها الجوية الخاصة، ونظراً لابتعاد هذه الكواكب عن الشمس مسافات هائلة جداً، فإنها تحصل على كميات ضئيلة من حرارة الشمس. إن كواكب زحل وأورانوس ونبتون تُعرف بالكواكب ذات الإشعاع المنخفض الحرارة.

١٧ـ٢٧. ما هي الرياح الشمسية؟

إن الرياح الشمسية ليست عنصراً متيورولوجياً، وإنما هي مفهوم فيزيائي فلكي يعني الانتشار الشعاعي Radiaire الدائم لبلازما plasma هالة الشمس في الفراغ الكوني. وتحمل الرياح الشمسية معها فائض الطاقة من هالة الشمس، وتستمر هذه الطاقة لهدف الإشعاع بالرغم من الخسارة في ذاتها.

أما درجة حرارة البلازما، فإنها تبلغ عند «مصدر» الرياح الشمسية في هالة الشمس حوالي ٢ × ١٠^{٦} كلفن. وحسب ابتعادها عن الشمس

ترتفع درجة حرارة البلازما كي تبلغ 10^7 كلفن، ومن ثم تنخفض كي تبلغ 10^4 كلفن عند فلك الكرة الأرضية، وتصل عند التهاب النشاط الشمسي إلى 10^5 كلفن.

وأما السرعة الشعاعية لجزيئات الرياح الشمسية على مسافة بضعة شعاعات Rayons عند الشمس، فإنها تتراوح بين ١٠٠ و١٥٠ كلم في الثانية، ويمكن أن تتراوح عند فلك الأرض بين ٣٠٠ و٧٥٠ كلم في الثانية، عند ذلك تنخفض كثافة هذا التيار الإشعاعي التي تتناسب عكسياً مع مربع المسافة التي تفصلها عن الشمس. وتبدو الرياح الشمسية على مسافة تبعد عشرات شعاعات (نصف قطر) rayons كوكب الأرض عن هذا الكوكب. وتحت تأثير حقل الأرض المغنطيسي، تبدو الرياح وكأنها تكسو الغلاف المغنطيسي للكرة الأرضية، مبدية «بذلك تأثيرها على حالته في حال تقلبات قوة تيار الجزيئات المكوّنة للرياح الشمسية.

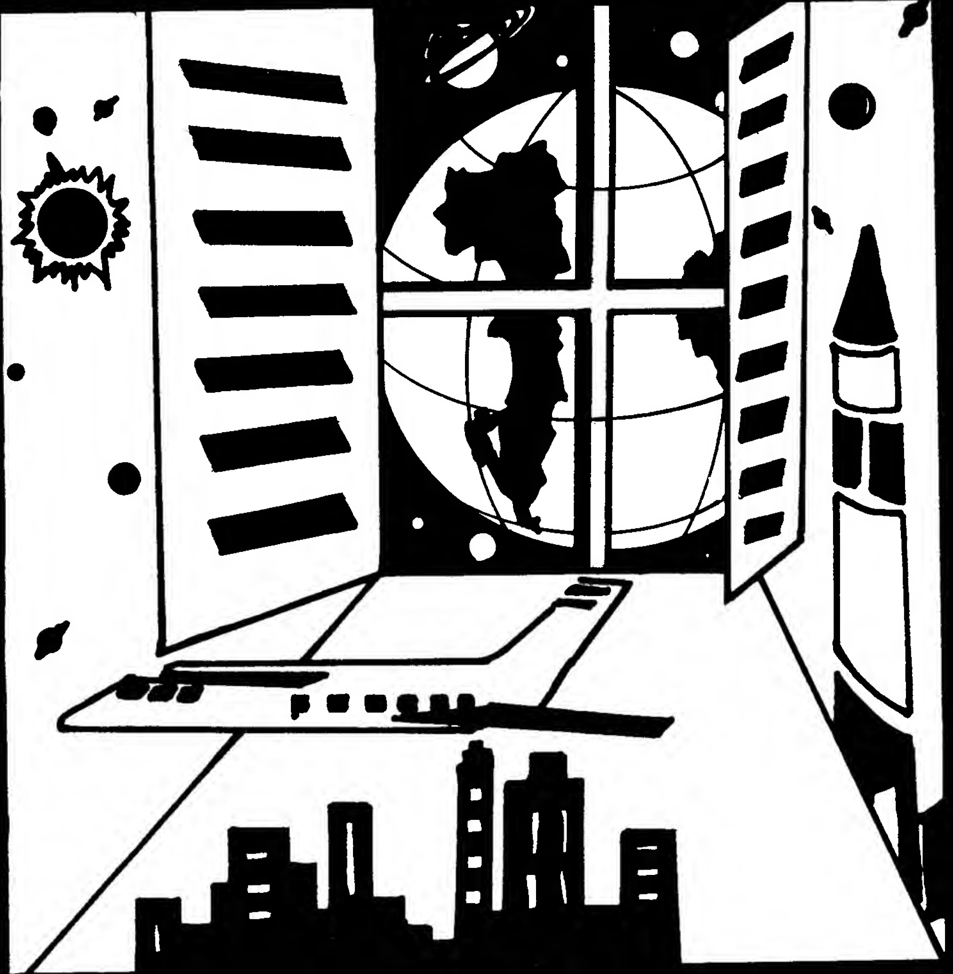
إن التقلبات في قوة الرياح الشمسية هي سبب العواصف المغنطيسية والإشراقات القطبية وظواهر أخرى لانتفاضة حقل الأرض المغنطيسي.

١٧ـ٢٨. ما هي الرياح الكونية؟

الرياح الكونية هي تيارات الجزيئات التي تشعّها النجوم. وقد سجّل الجهاز الفضائي الأميركي Voyageur في تموز عام ١٩٧٩، ضمن حدود المجموعة الشمسية وعلى مسافة ٢٠ مليون كيلومتر عن كوكب المشتري، تياراً للجزيئات تفوق سرعته خمسة ملايين كيلومتر في الساعة (أكثر من ١٣٨٨ كلم في الثانية) وقد أطلق علماء جامعة جون غوبكينس الأميركية على هذا التيار تسمية الرياح الكونية.

الفصل الثامن عشر

المناخ الاصطناعي



الفصل الثامن عشر

المناخ الاصطناعي

في الحقيقة، ليس ثمة وجود لمفهوم «المناخ الاصطناعي»، بل هناك مناخ خاص بمنطقة جغرافية أو إقليم جغرافي، ومناخ محلي داخل مساحة محددة يشترط بخصائص منطقتها، ومناخ محلي microclimat في طبقة الهواء المتاخمة لسطح الأرض ضمن نطاق فراغ معيّن قليل المقاسات ـ تحت ورقة النباتات أو تحت أغصان الأشجار أو في حرج داخل الغابة. . . إلخ، فكل ذلك هو مناخ طبيعي موجود كعنصر داخل البيئة الطبيعية.

غير أن المناخ المحلي microclimat يمكن أن يتكوّن بطريقة اصطناعية عن طريق غرس الأشجار وريّ الحقول وأعمال تصريف المياه في المستنقعات. ويتكوّن المناخ المحلي عمداً في البيوت البلاستيكية والمستنبتات الزجاجية والبساتين الشتوية والملاعب الشتوية وبرادات الفواكه، والخضار وأحواض السباحة المغلقة، وفي جميع الأماكن التي يعمل ويسكن الناس فيها.

أما نظام درجات الحرارة والرطوبة والتبادل الهوائي في منازلنا، فهو شيء اعتيادي، وليس لدينا في الاستعمال أي مصطلح آخر للتعبير عنه، سوى في الحقيقة أنه مناخ اصطناعي. وسنطّلع فيما يلي على تلك الظروف التي يكوّنها الإنسان في الأماكن المغلقة وعلى أنواع مختلفة من المناخ الاصطناعي.

١٨ـ ١. هل يمكننا تكوين مناخ اصطناعي بحماية الغطاء الثلجي؟

نعم يمكننا، لأن الثلج يعتبر مادة بناء طبيعية ممتازة وصالحة تماماً

لتكوين المناخ الاصطناعي تحتها. وقد عرف الإنسان مادة البناء هذه في العصور القديمة، كما أن العديد من الحيوانات يعرفها في الوقت الحاضر. وقد استخدم الإنسان والحيوان الثلج معاً استخداماً جيداً في فصل الشتاء للوقاية ليس من الرياح والثلوج المتساقطة فقط، وإنما للوقاية من الصقيع أيضاً.

وبفضل بنيته المساميّة، يعتبر الثلج مادةً ليست سيئةً لعزل الحرارة، ويستخدمه حالياً صيّادو الحيوانات المفترسة ومتسلّقو الجبال في المناطق الشمالية والجبلية. وفي البعثات العلمية، إلى منطقة الأنتاركتيدا، ويستخدم الخبراء الثلج في أكثر الأحيان لتغطية مساكنهم وأماكن عملهم في المحطات العلمية.

١٨ـ٢. ما هي الشروط التي ينبغي أن تتوفر في الأماكن ذات المناخ الاصطناعي؟

بالنسبة لأماكن العمل التي تفتقر إلى اتصال مباشر مع الهواء الخارجي والمجرّدة من الإنارة الطبيعية، من الضروري تكوين مناخ اصطناعي بحيث لا تخرج مؤشراته عن حدود المجال الحراري للراحة Zone de Confortالذي يتناول نظام درجات الحرارة ورطوبة الهواء والتهوئة، أي تبادل الهواء. فهذه المواصفات لأماكن العمل ينبغي أن تكون ثابتة ومؤمنة بطريقة اصطناعية. أما القواعد الحديثة لتصميم أماكن العمل ذات المناخ الاصطناعي، فإنها تحدد حجم هذه الأماكن إنطلاقاً من حساب لا يقل عن عشرة أمتار مكعبة للشخص الواحد، وسرعة تهوئة تبلغ ٢٥٠ ليتراً في الدقيقة، أي أن هذه القواعد تحدد التبادل التام للهواء على مدى ساعة كاملة. فضلاً عن ذلك، فإن أماكن العمل ينبغي أن تشتمل على إنارة اصطناعية بما يتناسب مع القواعد العامة في أماكن العمل العادية، مع الأخذ بالاعتبار مقاييس مساحة المكان وارتفاعه وطابع عمل الإنسان في داخله.

١٨ـ٣. ما هي خصائص مناخ المطابخ الاصطناعي؟

تحتاج المطابخ التي تحتوي على مواقد غازية إلى تهوئة متزايدة،

لأن تكثيف المواد الملوثة للهواء فيها يزيد بعشر أو عشرين مرة عن غرف السكن العادية.

إن الميزة الأساسية لتكوين مناخ محلي microclimat اصطناعي للمطابخ هي تغيير تركيبة الغازات في الهواء على حساب توفر غاز الكربونيك وغاز الفحم بنسب كبيرة. وفضلاً عن ذلك، فإن هواء المطابخ يحتوي على كميات كبيرة من جسيمات الرماد الهوائي ونوى تكاثف الإيونات ionsالثقيلة المضرّة بجسم الإنسان. أما أفضل المطابخ التي تتم تهوئتها بشكل جيد، فهي تلك المجّهزة بأفران الحطب القوية الدخان. وفي الوقت الحاضر، يجري تحسين المناخ المحلي للمطابخ عن طريق إنشاء المواقد الكهربائية فيها، والتي تعمل على تسخين الطعام بالأشعة ما دون الحمراء.

إلاّ أن المطابخ تحتاج في جميع الحالات إلى تهوئة منتظمة وناشطة لإزالة المواد الملوّثة في الهواء والمحافظة على النظام المطلوب لدرجات الحرارة. والجدير بالذكر أن درجة الحرارة في المطابخ المهوأة بشكل سيء ترتفع عن مقدارها الطبيعي المناسب للمجال الحراري للراحة.

١٨ـ ٤. هل من علاقة بين المناخ المحلي لأماكن العمل وبين إنتاجية العمل؟

بالتأكيد هناك علاقة بين المناخ المحلي وبين إنتاجية العمل: فقد جرى بالطرق الاصطناعية تحديد أعلى إنتاجية للعمل في حال توفّر شروط أخرى متساوية مثل توفّر ثبات نظام درجات الحرارة والرطوبة ودخول الهواء النقي بشكل دائم ومنتظم دون الشعور بانتقاله (أي انعدام مجرى الهواء).

من جهة ثانية. فإن تقلبات درجات الحرارة تبلغ مقادير كبيرة بسبب شروط الشعور بالراحة. وقد تم في إحدى التجارب، التي أجريت بشكل خاص على الأشخاص الذين يقومون بعمل سهل، تسجيل انخفاض في إنتاجية العمل بنسبة ١٢٪ عند انخفاض درجة الحرارة في

مكان العمل من ١٧ درجة مئوية إلى ١٠ درجات مئوية، أما في حال التقلب الكبير بدرجات الحرارة والرطوبة ونظام تبادل الهواء في الوقت نفسه، فلم تلاحظ أي تقلبات ملموسة في إنتاجية العمل عند المستخدمين ضمن حدود المجال الحراري للراحة.

١٨ـ ٥. ما دور أشعة الشمس في تأمين شروط الراحة الصحية؟

يعتقد العديد من البحاثة أنه من غير المرغوب فيه أن تتسرب أشعة الشمس المستقيمة إلى أماكن العمل، ويمكن على وجه الاستثناء إهمال أشهر فصل الشتاء على خطوط العرض المتوسطة فقط، عندما يحصل شعور بنقص عام في الضوء الطبيعي حتى في ساعات منتصف النهار.

إن أشعة الشمس التي تتسرب عبر النوافذ في ساعات النهار وفي الفترة الباردة من السنة، يمكنها أن ترفع درجة حرارة الفرق لدرجتين أو ثلاث درجات، وتعتبر تيارات الحرارة الإشعاعية على خطوط العرض السفلى غير مقبولة، وللوقاية منها ينبغي استخدام وسائل التظليل المختلفة كالخيام والستائر البلاستيكية للنوافذ والسقوف وغير ذلك.

١٨ـ ٦. كيف يمكن الأخذ بالاعتبار ميزات المناخ بشكل أفضل عند تشييد المباني؟

كي يتم الأخذ بالاعتبار ميزات المناخ المحلي بشكل صحيح عند تشييد المباني السكنية، ينبغي مراجعة الإخصائيين والخبراء في علم المناخ حول تأثير العوامل التالية: أشعة الشمس والرياح السائدة واحتواء الهواء على الرطوبة وقدرة التربة على امتصاص الماء وانحناء مكان البناء والمسافة التي تبعد عن الفسحات المائية المكشوفة.

وفي حال توفر هذه المواصفات لدى المهندسين المعماريين والمدنيين، يستطيع هؤلاء تصميم المباني بشكل أفضل حتى تكون متكيِّفة بالمناخ المحلي ومتمتعةً بشروط قصوى للراحة الممكنة في ظروف معينة، أي كي تكون هذه المباني مجرّدة من النواقص المتعلقة بالتأثيرات غير الملائمة لخصائص المناخ.

١٨ـ٧. كيف يتكون المناخ المحليّ microclimat الاصطناعي على متن السفن الفضائية؟

ينبغي أن تتكوّن على متن الأقمار الاصطناعية والسفن الفضائية، الموجهة إلى القمر أو إلى الكواكب الأخرى من المجموعة الشمسية، ظروف ملائمة لتواجد الطاقم ونشاطه الفعّال لفترة زمنية طويلة. فهذه الظروف هي قبل كل شيء استقرار نظام درجات الحرارة والرطوبة في حجرة السفينة، ونقاوة الهواء وصلاحيته الثابتة للتنشّق.

أما في ظروف انعدام الجاذبية، فلا يوجد تبادل هوائي طبيعي مألوف كما هي الحال على سطح الأرض. فهذا التبادل الهوائي يعمل على امتصاص فائض الحرارة من جسم الإنسان. لذلك، يتم على متن السفن الفضائية تركيز أجهزة تساعد على دوران الهواء وجهاز آخر لمراقبة نظام درجات الحرارة يعمل أوتوماتيكياً في مختلف أجزاء الحجرة. وحسب تركيب مزيج الغازات التي تملأ حجرات السفينة الفضائية، تجري المحافظة على نظام مثالي دائم لدرجات الحرارة: هذا النظام قريب من النظام العادي على متن السفن الفضائية السوفياتية: أما على متن السفن الفضائية الأميركية، حيث يقوم غاز الهليوم مكان غاز الآزوت في تذويب الأوكسجين، فإن نظام درجات الحرارة يكون دائماً أعلى من النظام الاعتيادي بست درجات أو ثماني درجات، لأن الشعور بالراحة الصحية في أتموسفير الهليوم يتم تحت درجة حرارة ٣٠ مئوية تقريباً.

١٨ـ٨. ما هو الاختلاف في ظروف التعرض للإشعاع بين الأرض والفضاء على مدارات تحليق أقمار الأرض الاصطناعية؟

بما أن مدارات تحليق أقمار الأرض الاصطناعية تقع على ارتفاع مئات الكيلومترات عن سطح الأرض، أي في الطبقات المتخلخلة من الأتموسفير الأعلى، فإن مستوى التعرض للإشعاع على ارتفاع تحليق السفن الفضائية هو أكبر منه على الأرض.

إن مقدار التعرض للإشعاع في الظروف العادية وفي حال هدوء

النشاط الشمسي أكبر مرة ونصف المرة تقريباً على ارتفاع يراوح بين ٢٠ و٣٠ كيلومتراً، وأكبر مرات عديدة على ارتفاع ألف كيلومتر. وفي الحقيقة، فإنه يقدر الابتعاد عن سطح الأرض، تخفّ القدرة الوقائية للغلاف المغنطيسي الذي يحني قسماً من تيار الإشعاع بعيداً عن سطح الأرض وعن التهاب النشاط الشمسي (يمكن للمراقب على سطح الأرض ملاحظته عند ظهور البُقع على سطح الشمس)، يرتفع مستوى الإشعاع على مدارات الأقمار الاصطناعية عشرات وحتى لمئات المرات مما يضّر بصحة الإنسان.

١٨ـ٩. كيف يتم تأمين الوقاية من الإشعاع في السفن الفضائية؟

يتعرض رواد الفضاء على متن السفن الفضائية أو على المحطات المدارية في حال هدوء الشمس، أي عند المستوى العادي لنشاط الشمس، يتعرضون لمقادير إشعاعية تفوق تلك المقادير التي يتعرض لها الناس على سطح الأرض، ولكنها ليست خطيرة على صحة الإنسان إطلاقاً. أما حالات الإلتهاب في نشاط الشمس، التي تشكل خطراً كبيراً، فهي تلك التي تحدث من وقت لآخر، من مرة إلى أربع مرات في السنة حسب دورة النشاط الشمسي.

أما التحذيرات ـ التنبوءات بهذه الالتهابات في نشاط الشمس، فيقوم بها الاخصائيون العاملون في خدمة الشمس الخاصة من خلال مراقبتهم المتواصلة لحالة النشاط الشمسي. وفضلاً عن ذلك، فمنذ لحظة نشوء الالتهاب على سطح الشمس وحتى أقصى ارتفاع خطر للإشعاع على مدار الأقمار الاصطناعية، تمر فترة زمنية (حوالي عشرين دقيقة) كافية لاتخاذ التدابير الضرورية لوقاية رواد الفضاء من الإشعاع. ولهذا الهدف تُستخدم وسائل سلبية للوقاية ـ تحجيب أقسام المحطة بمواد قادرة على امتصاص الجزيئات المشحونة المضرّة بجسم الإنسان، كما تستخدم وسائل ناشطة أيضاً على استخدام الحقول الكهروطيسية القادرة على إحناء الجزيئات الجسيمية عن سطح السفن الفضائية.

١٨ـ١٠. هل يتعرّض الركاب على متن الطائرات لخطر الإشعاع؟

كلا، لا يوجد أي خطر للتعرّض للإشعاع على متن الطائرات

العادية، التي تحلق في طبقة الأتموسفير السفلى. أما على متن طائرات الركاب التي تحلّق بسرعة تفوق سرعة الصوت في طبقة الستراتوسفير السفلى، فإن خطر التعرّض للإشعاع هو أقل منه على مدار تحليق الأقمار الاصطناعية. ويذكر أن ذلك يتم فقط في فترة الالتهاب الناشط لكتلة الشمس.

من جهة أخرى، فالجهاز العالمي للتبليغ عن حدوث هذه الحالات وجهاز المراقبة الدائمة «لخدمة الشمس» لحالة النشاط الشمسي، يضمنان سلامة تحليق الطائرات وعدم تعرضها للإشعاع في طبقة الستراتوسفير السفلى، ويضمنان كذلك سلامة الأقمار الاصطناعية في الفضاء المجاور للأرض.

١٨ـ ١١. هل من الضروري إحكام السدّ على الدفيئات لاستنبات الخضار؟

تحتاج الدفيئات Greenhouses إلى عزل حراري جيد، لكن بلوغ هذا العزل لا يتطلب بالضرورة إحكام السدّ عليها. وبالعكس تماماً، فإن إحكام السدّ على الدفيئات من شأنه أن يساعد على إتلاف الخضار التي تحتاج إلى تبادل هواء الدفيئة مع الهواء الخارجي.

وفي الواقع، فعند امتصاص الدفيئات لغاز الكربونيك من الهواء أثناء عملية التمثيل الضوئي photo synthèse تستهلك النباتات احتياط هذا الغاز بشكل تام على مدى ساعتين أو ثلاث ساعات في الدقيقة المغلقة، وفي حال تجرّدها من الأغذية، تبدو النباتات وكأنها خارج نطاق هذه المادة من البناء الضرورية لتكوين المحصول الزراعي، ونتيجة لبعض الدراسات، فقد تم التوصل إلى استنتاج يقول إن استنبات سبعة أو ثمانية كيلوغرامات من البندورة أو الخيار يحتاج إلى كيلو غرام واحد من غاز الكربونيك.

١٨ـ ١٢. ما هو الفرق بين المناخ الاصطناعي المكوَّن في الدفيئة والآخر المكوّن في البيوت البلاستيكية؟

من حيث المبدأ، ليس هناك أي اختلاف في المناخ بين هذه

المنشآت لاستنبات الخضار والنباتات. فالمناخ في هذه المنشآت يتكوّن على أساس استخدام الخصائص البصرية Optiques للزجاج أو لغلافات الأتيلين، التي تتميّز بقدرة المحافظة على الحرارة عند سطح الأرض، مانعةً بذلك تبرّد طبقة الهواء الأرضية بواسطة الرياح الباردة، وكذلك بقدرة تحرير أشعة الشمس بشكل أفضل من الإشعاع الحراري المعاكس لسطح التربة (والذي يسمّى أيضاً بظاهرة الدفيئة Green housse effect).

إلاّ أن المحافظة على درجة حرارة أفضل لنمو النباتات تتطلب، بالإضافة إلى تسخين الشمس الطبيعي، إجراء التسخين الاصطناعي (الهوائي، الكهربائي، المائي، البخاري أو البوروني). فبالإضافة إلى التسخين، يتكوّن المناخ الاصطناعي بواسطة الإنارة الاصطناعية الإضافية وترطيب الهواء وريّ التربة. وحسب أنواع المزروعات المستنبتة، فإن البيوت البلاستيكية تتمتع بنظام مختلف لدرجات الحرارة ينقسم إلى بارد (تحت درجة حرارة تراوح بين درجة وثماني درجات) ومعتدل (من ٨ إلى ١٥ درجة) وحارّ (من ١٥ إلى ٢٦ درجة مئوية).

١٨ــ١٣. هل يمكننا اعتبار مناخ الكرة الأرضية كمناخ الدفيئة، لأن مناخ الأرض يتكوّن تحت وقاية الأتموسفير، الذي يلعب درو الزجاج أو غلافات الأتيلين؟

نعم، يمكننا اعتبار ذلك بشكل تام. فالتشابه هنا كامل تماماً مع اختلاف واحد في المقاييس فقط. أما الانتقال الإشعاعي للحرارة في الأتموسفير، فإنه يتم عن طريق الأشعة المرئية وما دون الحمراء، التي لا تمتصّها جزيئات الغازات الأساسية للأتموسفير فعلياً، وهذه الغازات هي: الآزوت، والأوكسجين، والآرغون. وأما المركبات الثابتة للهواء بخار الماء وغاز الكربونيك والأوزون وقطرات الماء وبلّورات الجليد، فإنها، على العكس من ذلك، قادرةٌ بشكل ناشط على امتصاص إشعاعات الأرض الطويلة الموجات، وكذلك قادرةٌ على تمرير أشعة الشمس القصيرة الموجات بسهولة نسبية.

من جهة أخرى، فإن غازات الأتموسفير التي تمتص الإشعاعات

الطويلة الموجات، تكوّن إشعاعات معاكسة في الأتموسفير تتوجه إلى الأسفل نحو الأرض، وهذا ما يقلّل من الخسارة الحرارية لسطح الأرض. والجدير بالذكر، أن الإشعاع الفعّال لسطح الأرض يبلغ حوالي ٢٠٪ فقط من إشعاعات الأرض كمعدّل وسطي.

أما تأثير ظاهرة الدفيئة Green housse effect في الأتموسفير فهو كبير جداً بشكل تام بالنسبة للأرض، ويرفع درجة حرارة سطحها لـ ٣٣ درجة مئوية تقريباً. وإذا افترضنا أن الأرض ليس لها غلاف جوي، كما هي الحال على القمر مثلاً، لبلغ عندئذٍ معدل درجات الحرارة لسطحها ليس ١٥ درجة، بل ١٨ درجة مئوية فقط! (ففي السابق، وعندما لم تكن الأقمار الاصطناعية موجودة، جرى تحديد احتياط الأرض للطاقة بأرقام منخفضة نوعاً ما، إذ بلغت درجة حرارة سطح الأرض، في حال انعدام الأتموسفير، مقداراً أكثر انخفاضاً: ٢٣ درجة مئوية تحت الصفر).

١٨ـ١٤. هل يستطيع الإنسان أن يؤثر من خلال نشاطه على العملية الميكانيكية لتأثير ظاهرة الدفيئة في الأتموسفير؟

تخضع الدفيئة الطبيعية، التي يكوّنها الأتموسفير على سطح الأرض من الناحية النظرية، لتأثير عوامل عديدة قادرة على تنظيم فعاليّة مجمل نظام تبادل الحرارة بين الأرض وغلافها الجوي.

وعلى وجه الخصوص، فإن هناك نسبة كبيرة لكمية غاز الكربونيك في هواء الأتموسفير تتميّز بازدياد دائم، من شأنها أن تشكل بذلك تهديداً لارتفاع درجات الحرارة. أما نمو التكاثف في الغازات الأخرى، التي تمتص الإشعاعات ما دون الحمراء وما فوق البنفسجية، فإنه قادر أيضاً على تغيير نظام درجات الحرارة على الأرض: تتسرّب غازات الأمونياك والفريون Fréonوأوكسيد الآزوت، مثلها مثل الجزيئات الهوائية المختلفة، إلى الأتموسفير في السنوات الأخيرة بكميات كبيرة جداً. وأما تأثير بعض المواد الملوثة على الأوزون، فإنه يسبب مشكلة كبيرة، ومن غير الممكن، في الوقت الحاضر، تقييم مفعول تأثير كل هذه العوامل بشكل دقيق. لذلك، فإن تحقيق الإمكانية النظرية في التأثير

على العملية الميكانيكية لتأثير ظاهرة الدفيئة ليس أمراً ممكناً في الوقت الحاضر.

١٨ـ ١٥. ما هي حُجُرات المناخ المحلي microclimat ولماذا تُستخدم؟

لقد أطلقت على الأماكن التي يمكننا فيها تكوين الظروف المناخية المطلوبة بحُجرات المناخ المحلي، التي نستطيع في داخلها تعيين أي نظام لدرجات الحرارة والرطوبة والرياح. التي نصادفها على الأرض. وثمة حُجرات أخرى يتم فيها تعيين نظام للإشعاع.

تُستخدم حجرات المناخ المحلي لدراسة الحالة الحرارية لدى الإنسان والحيوان في مختلف نظم درجات الحرارة والرياح، وكذلك لتحديد خصائص الوقاية من الحرارة لمختلف نماذج الألبسة، ولتقييم قدرة جسم الإنسان على التكيّف بالظروف الصعبة ولاستعادة الخسارة الحرارية.

إن مثل هذا النوع من الأبحاث والدراسات يجري العمل به داخل حجرات المناخ المحلي على نطاق واسع في معهد الأركتيكا والأنتاركتيكا للأبحاث العلمية في مدينة لينينغراد، بالاتحاد السوفياتي عند تحضير الأخصائيين وخبراء البعثات العلمية.

إن مثل هذه الحجرات تساعد على تكوين نظام البرودة والرياح الشديدة والبرودة الشديدة والرياح الخفيفة وغير ذلك، كما تساعد على المحافظة على هذا النظام على مدى ساعات عديدة، وعلى سبيل المثال، فإن ٢٨ ± ٠,٩ درجة مئوية تحت الصفر تقابلها سرعة رياح بـ ٦,١ ± ٠,٤ م في الثانية؛ أو ٣٦ ± ٠,٩ درجة مئوية تحت الصفر تقابلها سرعة رياح بـ ٢,٥ ± ٠,٢م في الثانية، أو ١٠ درجات مئوية تحت الصفر تقابلها سرعة رياح بـ ٦ أمتار في الثانية، أو ٢٠ درجة مئوية تحت الصفر تقابلها سرعة رياح ما بين صفر و٢ و٦ و$١٠^{٩}$ × ٢ مترين في الثانية.

وبالاستناد إلى نتائج التجارب التي أُجريت على الأشخاص

والألبسة داخل حجرات المناخ المحلي، فإننا نستطيع تحديد الفترة المسموح بها لتواجد الإنسان في الصقيع مع اختلاف نوعية الألبسة.

١٨ـ١٦. على أي مناخ محلي تجري المحافظة داخل الطائرة عند تحليقها على ارتفاعات مختلفة؟

تجري المحافظة على المناخ المحلي داخل الطائرة بالطرق الاصطناعية على مستوى الظروف التي تناسب المجال الحراري للراحة Zone de Confort. فمن أجل ذلك، يعمل نظام لتكييف الهواء ينظّم درجات الحرارة والرطوبة والضغط الجوي داخل الطائرة بطريقة أوتوماتيكية.

أما إحكام السدّ على حجرة الطائرة، فإنه يساعد على المحافظة على الضغط الجوي الذي يساوي ٣ / ٤ تقريباً من مقدار الضغط الجوي العادي عند سطح البحر. ويساعد إحكام السدّ كذلك على المحافظة على الضغط الجوي حتى لو حلّقت الطائرة على أعلى المستويات في طبقة الستراتوسفير السفلى، حيث ينخفض الضغط الجوي خارج حجرة الطائرة بنسبة ثلاث أو أربع مرّات عن الضغط الجوي عند سطح البحر. وقبل تسرّب الهواء إلى حجرة الطائرة، يتسخّن هذا الهواء حتى درجة حرارة تساوي درجة حرارة الغرفة العادية، وينضغط داخل ضاغط الهواء في التوربين (محرّك الطائرة)، ويتم في الوقت نفسه خللٌ في القسم الأكبر من الأوزون الفائض. وهذا أمر مهمّ للغاية، لأن الأوزون يوفر بشكل ملّطف فقط في حال قلّة تكاثفه الاعتيادي في طبقات الأتموسفير القريبة من سطح الأرض. وإذا بلغ الأوزون في الهواء نسبة تكثيف تفوق ١ / ١٠ ملايين بالنسبة للحجم، فإنه يبدأ بتأثيره التام على جسم الإنسان.

الفصل التاسع عشر

أسئلة الأطفال



الفصل التاسع عشر

أسئلة الأطفال

إلى جانب التساؤلات المتعددة عن العالم المحيط بنا، يطرح الأطفال عادةً أسئلة عن الطقس تتضمن أسئلة غير متوقعة. وليس من السهل دائماً الجواب على هذه الأسئلة، ليس لأن الطفل يتفهم كل الأشياء البديهية وحسب، بل لأنه، وبقوة ملاحظته، قادر على التوقف باهتمام عند التفاصيل الدقيقة للأشياء التي لا ينتبه إليها الكبار.

وسنورد أدناه تلك الأسئلة التي صدم بها الكاتب في سياق حديثه مع حفيده وأترابه وأولياء أمورهم، الذين طلبوا المساعدة على الإجابة لإرضاء «لماذا» أطفالهم. وينبغي الاعتراف بأن الكاتب لم يستطع الإجابة بالتفصيل على جميع الأسئلة التي طرحها الأطفال، ولكنه حاول الابتعاد عن التبسيطات التي من شأنها أن تولّد مفهوماً خاطئاً لجوهر ظاهرة طبيعية معقدة، أو أنه قدم في كل حالة أسساً صحيحة للتصورات التي ستتسع وتتعمق ولن تحتاج إلى التصحيح مع مرور الزمن.

ومن المهم ذكره، أن الأطفال يبدأون بالسؤال عن الطقس كأسئلتهم عن الظواهر الطبيعية الأخرى، عندما يتواجدون خارج المدينة ـ في الريف أو في ضواحي المدينة. وبالطبع، فإن أطفال المدينة أيضاً يطرحون أسئلة عن الطقس، ولكنها أسئلة تختلف تماماً عن غيرها.

فلنعالج إذاً تلك الأسئلة التي تهم الأطفال.

١٩ـ١. لماذا يحدث ذلك: ترشح المياه من السقوف شتاءً، مع

أن درجة الحرارة تنخفض عن الصفر، كما يُعلنون ذلك عبر الراديو؟

في الواقع، يقوم العاملون في محطة الراديو بإذاعة النشرة الجوية، التي تشمل درجة الحرارة المقيسة على أرض المحطة المتيورولوجية في حجرة خاصة على ارتفاع مترين عن سطح الأرض، ويتم اختيار مكان المحطة في منطقة خالية من الأبنية ومعرّضة للرياح ولإنارة الشمس بشكل جيد، ولا ينبغي أن تتأثر مؤشرات أجهزة القياسات في محطة الأرصاد الجوية بالمنشآت الاصطناعية الموجودة هناك، بل ينبغي المحافظة على الظروف الطبيعية في المنطقة المعينة. أما سقوف المنازل وجدرانها فإنها تقع في ظروف مختلفة تماماً عن ظروف محطة الأرصاد الجوية. ففي فصل الشتاء يجري تدفئة المنازل ويحافظ داخل المباني في المدينة على درجة حرارة الهواء أعلى من تلك التي في الخارج وذلك بطريقة اصطناعية، وتنتقل الحرارة داخل الغرف عبر الجدران والسقوف، وعند حلول موجات الصقيع الخفيف التي يعلنون عنها عبر الراديو، يمكن أن تكون سقوف المباني تحت درجة حرارة أعلى ببضع درجات، أي من الممكن أن تكون درجة الحرارة موجبة وكافيةً لذوبان الثلوج المتراكمة على هذه السقوف. لذلك، وتحت درجة حرارة سالبة في الهواء، يمكن أن ترشح المياه من سقوف الأبنية.

١٩ـ٢. لماذا تتطاير عند الصقيع من أنابيب منافس السيارات Echappement سُحُب بخار مشابهة للغيوم، بينما في الطقس العادي نلاحظ سُحُباً دخانية فقط؟

في الواقع، تتكّون وراء السيارات في طقس صقيعي سحب صغيرة، ولكنها ليست سحباً بخارية، وأنما سحب مكونة من قطرات الماء والبلورات الجليدية، فبخار الماء هو غاز لا تراه عين الإنسان، وهو شفاف كالغازات الأخرى التي تدخل في تركيب الهواء، وتسمّى تلك السحب «مكثفة» وتتكون من بخار الماء الذي ينجم عن احتراق الوقود السائلة في محرك السيارة. وفي الطقس الصقيعي، وعند خروج

البخار من أنابيب عوادم السيارات، يتبرّد هذا البخار بسرعة ويتحول إلى قطرات مائية أو إلى بلورات جليدية حيث تتكون عندئذٍ السحب المتكثفة أو ما يسمّى بالأثر المتكثف.

أما في الطقس الدافىء، فإن تبريد البخار يبدو غير كافٍ ويبقى بذلك غير مرئي. فالدخان المنبعث وراء السيارة هو نتيجة احتراق غير كامل للوقود، ويمكنه أن يحدث في أي حالة من حالات الطقس، ولا يرتبط نشوؤه بالطقس، بل بنوعية تنظيم الاحتراق داخل محرّك السيارة.

١٩ـ٣ إن لون المصابيح مضيء وقريب من اللون الأبيض، فلماذا يتحول فجأةً إلى اللون الأخضر عند غروب الشمس ومن ثم يعود إلى اللون الأساسي؟

من الممكن أن يتحول لون المصابيح الكهربائية العادي إلى اللون الأخضر لفترة زمنية وجيزة عند غروب الشمس في حال وقوع شعاع الشمس الأخير، عند اختفائها وراء الأفق، على هذا المصباح. وقد أطلقت على هذا الشعاع تسمية «الشعاع الأخضر». فهذا الشعاع يتكوّن عند مرور أشعة الشمس، من خلال طبقات الهواء الملامسة لسطح الأرض، والتي تتميز بكثافة مختلفة، وعند انكسار هذه الأشعة تتكوّن بذلك أشعة مختلفة الألوان.

إن الشعاع الأخضر، الذي يلوّن أحياناً وهج المصباح الكهربائي والشعلة النارية وحتى زجاج النوافذ باللون الأخضر، هو آخر شعاع من الأشعة الملونة التي تميزها عين الإنسان. ففي أغلب الأحيان، يتم ذلك في طقس هادىء وحين وجود الهواء الشفاف النقي والهادىء، عند شواطىء الأحواض المائية الكبرى.

١٩ـ٤. كيف تهب الرياح؟

الرياح هي حركة الهواء. فكما أن المياه تجري دائماً من مكان مرتفع إلى آخر منخفض، فإن الهواء يتحرك من مكان الضغط المرتفع إلى آخر ذي ضغط منخفض. أما دوران الأرض الذي يُحني حركة جميع

الجزيئات إلى اليمين من الاتجاه البدائي لحركتها، فإنه يؤثر أيضاً على حركة المياه والهواء. لكن حركة المياه محدودة ضمن ضفاف الأنهر أو جدران الأقنية، بينما لا تخضع حركة الهواء لمثل هذه الحدود «العراقيل». لذلك، فإن الهواء لا يتحرك مباشرةً من منطقة الضغط المرتفع إلى منطقة الضغط المنخفض، وإنما إلى جهة اليمين من هذا الاتجاه تاركاً بذلك مركز الضغط المنخفض إلى اليسار من اتجاه حركته وكأنه يفرّ منه. وبذلك يتبين أن الرياح لا تهب على امتداد خط مستقيم، وإنما على خط منحنٍ يشبه الخط الدائري.

من جهة ثانية، فإن الرياح تهب حول مركز الضغط الجوي المنخفض ـ داخل المنخفضات الجوية ـ بعكس عقرب الساعة، بينما تهب هذه الرياح باتجاه عقرب الساعة حول مركز الضغط الجوي المرتفع ـ داخل المرتفعات الجوية.

إن هذا التحليل لاتجاه الرياح يصلح فقط بالنسبة للنصف الشمالي من الكرة الأرضية. أما في النصف الجنوبي من الكرة، فإن اتجاه الرياح معاكس تماماً. وبما أن مقاسات المنخفضات والمرتفعات الجوية كبيرة جداً ـ مئات وحتى آلاف الكيلو مترات ـ فإن المرء المراقب لا يلاحظ انحناء حركة الهواء.

١٩ـ٥. لماذا يُسمع القطار في طقس رطب يسوده الضباب إلى مسافة أبعد في الغابة منه في الطقس الجاف؟

إن سرعة الصوت في الماء هي أكبر بعدّة مرات منها في الهواء، وفي حال تكوّن الضباب تتواجد في الهواء كميات متعددة وكبيرة من قطرات الماء الدقيقة، التي تُحسن تمرير الصوت في الهواء داخل الضباب. ولذلك، فإن ضجيج القطار يسمع كأي صوت آخر بشكل أفضل منه في الهواء النقي الذي لا يحتوي على قطرات مائية. ويمكننا ملاحظة ذلك في الغابة وفي الحقل القريب من البحيرة أو فوق سطوح مائية أخرى.

أما سرعة الصوت فإنها ترتبط بالوسط الذي تنتشر فيه الموجات

الصوتية، وتساوي هذه السرعة في الهواء ٣٣٠ متراً في الثانية وفي الماء ١٥٠٠ متر في الثانية، أما في الأجسام الصلبة فتراوح سرعة الصوت بين ٢٠٠٠ و٦٠٠٠ متر في الثانية. فعلى هذا النحو، وعند تساقط الأمطار والثلوج أو عند تكوّن الضباب، أي عندما يمتزج الهواء بقطرات الماء أو بالبلورات الجليدية، تكون سرعة الصوت أكبر بكثير منها في الطقس الجاف (فينبغي أيضاً الأخذ بالاعتبار أثر القطرات المائية والبلورات الجليدية في انتشار الصوت). ومن الخطأ الفادح تسهيل هذه المسألة من خلال ربط سرعة الصوت بكثافة الهواء، وهذا ما لا ينبغي القيام به لأننا نعلم أن كثافة الهواء الرطب هي أقل من كثافة الهواء الجاف، أما سرعة مرور الموجات الصوتية، في الهواء فإنها لا تتحدد بكمية بخار الماء التي يحتوي عليها الهواء، وإنما بكمية ومقاسات قطرات الماء والبلورات الجليدية.

١٩ـ٦. أصحيح أن المطر الذي يكوّن الفقاقيع على سطح البرك ينقطع بسرعة؟

تتكون الفقاقيع على سطح الماء عند هطول الأمطار في حال اصطدام القطرات المائية المتساقطة بالماء عندما يتسرب الهواء إلى أسفل طبقة الماء المقذوفة إلى الأعلى. ولكي تكون الفقاقيع كبيرة الحجم بشكل يكفي لملاحظتها بصورة جيدة، وقادرة على البقاء على سطح الماء لوقت كافٍ نتمكن خلاله من ملاحظتها، فإن قطرات المطر ينبغي أن تكون كبيرة الحجم بحد ذاتها. فالقطرات المائية الكبيرة تتساقط في حال هطول وابل من المطر الذي لا يستمر لفترة زمنية طويلة: هذا النوع من المطر غزير جداً، لكن الفترة الزمنية لاستمرار هطوله قصيرة، وهو يتساقط من السحب الركامية الممطرة والكبيرة الحجم نسبياً، والتي تتطور وتتنامى مع الارتفاع.

١٩ـ٧. أصحيح أن الحليب يتخثر عند هبوب العواصف الرعدية؟

نعم صحيح، فذلك يرتبط، على الأرجح، بالعواصف الرعدية التي تسبق حالة الرطوبة والدفء في الطقس. وتلائم هذه الحالة نمو

البكتيريات المخثّرة للحليب. أما الشحنات الكهربائية التي تنشأ في الأتموسفير عند هبوب العواصف الرعدية، فإنها لا تملك، حسب ما هو واضح، أي علاقة مباشرة بتخثر الحليب، لأن الأخير لا يتخثر عند هبوب هذه العواصف الرعدية عندما يكون داخل المخازن أو البرادات، التي تحافظ على درجة حرارة منخفضة لا تساعد على نمو البكتيريات المخثرة للحليب.

١٩ـ٨. أصحيح أن بعض النباتات قادر على إفراز المواد الضّارة؟

تؤثر النباتات، بشكل عام، في البيئة الخارجية بصورة مفيدة جداً، ولكنه في بعض الأماكن، حيث تتلوث التربة بالنفايات الصناعية بصورة متزايدة، تستطيع بعض النباتات في الواقع إفراز بخار المواد السامة إلى الهواء، فهذه النباتات، بصورة خاصة، هي: القصب الذي يفرز من خلال مسامّه بخار الزئبق الموجود بكميات كبيرة في التربة الملوثة بالنفايات الصناعية، وقد حدث ذلك في التربة المطمورة في سواقي بحيرة أونونغادا بولاية نيويورك، وهذا ما حدده فريق من العلماء والباحثين في الجامعة المحلية بقيادة كوجوخوفسكي وجونسون.

١٩ـ٩. كيف يمكن للثلوج أن تسخّن سطح الأرض والنباتات مع أنها باردة؟

إن الثلوج التي تكسو سطح الأرض تشبه «البطانية»، وهي بحد ذاتها لا تعطي حرارة ولكنها تحول دون الخسارة في الحرارة من سطح الأرض وتخفف من تجمّد التربة، وتساعد في المحافظة على نظام جذور النباتات بشكل أفضل. وبفضل تركيب الثلوج المسامي، أي وجود الفراغات التي تمتلىء بالهواء بين حبيبات الثلوج، فإنها تتميّز بخصائص عازلة للحرارة خصوصاً عندما تكون هشة وجافة، أو كما يُقال «منقوشة».

من جهة ثانية، فإن سطح الثلوج يتبرد في ليالي الصقيع الصافية عن طريق إطلاق الإشعاعات إلى الأتموسفير والفراغ الكوني. لكن

درجة الحرارة عند سطح التربة أو داخل الغطاء الثلجي تبقى أكثر ارتفاعاً من درجة حرارة سطح هذا الغطاء، وفضلاً عن ذلك، فإن الغطاء الثلجي يحول دون تسرّب الإشعاعات من السطح الأسفل.

١٩ـ ١٠. هل يمكن أن يكون المطر مالح المذاق؟

إن مياه المطر حلوةٌ عادةً وليس لها أي طعم خاص، وهي خالية من الأملاح الموجودة بكميات قليلة في مياه الآبار والأنهار والبحيرات. ولكنه إذا تساقطت الأمطار في منطقة يتلوث هواؤها بالنفايات الصناعية، فإن قطرات المطر تمتص وتذيب مختلف المواد الكيميائية الموجودة في الهواء الملوث تحت طبقة الغيوم فتبدو مياه الأمطار في هذه الحالة حمضةً إلى حدّ ما. ويبدو طعم مياه الأمطار المتساقطة من الغيوم المتكونة فوق المناطق الصناعية أكثر حموضةً، عندما تتحول قطرات الرطوبة في السحب إلى حوامل لحامض الكبريتيك وملوثات الأتموسفير الأخرى، وتشكل هذه الأمطار المتساقطة عامل تلوث للمناطق التي تتساقط فوقها. وللمثال على ذلك، فقد أصبحت الأمطار «الحمضية» المتساقطة بكثرة من الغيوم الآتية من انكلترا وألمانيا الغربية فوق المناطق الاسكندنافية، سبباً في الانخفاض الملحوظ في كمية الأسماك التي تعيش في المياه العذبة في أنهر وبحيرات السويد والنروج.

أما في مناطق المحيطات الساحلية وعلى جزرها فتتساقط أحياناً أمطارٌ مالحة بصورة حقيقية، ويحدث ذلك عند امتصاص الغيوم لمياه البحر في حال نشوء إعصار فوق سطح البحر.

١٩ـ ١١. كيف تدرك الطيور المهاجرة طريقها؟

لقد أكدت أبحاث خاصة على أن الطيور تختار اتجاهات مختلفة باختلاف أنواعها. فبعض أنواع الطيور المميّزة تسترشد بواسطة الهواء ببعض المعالم الكبرى الثابتة لاختيار اتجاهاتها، وهذه المعالم هي: سواحل البحار، والسلاسل الجبلية وأنهر الوديان التي تعتبر خط سير لتحليق هذه الطيور. وهناك أيضاً طيور تتجه حسب وضعية الشمس، وطيور أخرى تحلق من منطقة إلى أخرى في الليل مسترشدةً بالنجوم

(مثل الغرانيق). وتستطيع بعض أنواع الطيور اختيار اتجاه تحليقها حتى في طقس غائم، فهي تجده من خلال خطوط القوى المغنطيسية لحقل الأرض المغنطيسي. ولذلك، فإن هذه الطيور تملك داخل أجسامها بوصلة حساسة وفريدة من نوعها. ومن جهة أخرى، فإن العلماء يعتقدون بأن الطيور تملك أعضاء حواس مختلفة تماماً بالمقارنة مع الإنسان: فهي ترى وتسمع وتلمس بشكل مختلف عن الإنسان. وهناك بعض الطيور الحساسة جداً تجاه الموجات الصوتية الطويلة الناجمة عن اضطراب الأمواج عند الشاطىء، وطيور أخرى حساسة تجاه الإشعاعات ما فوق البنفسجية، وهذا ما يساعدها على تحديد اتجاهاتها في المكان المتواجدة فيه في ظروف طقس غير ملائمة بالنسبة للإنسان.

١٩ـ ١٢. كيف تتجنب الطيور المهاجرة الوقوع في أحوال جوية رديئة؟

لقد تم، نتيجة لبعض أعمال الرصد الجوية، ملاحظة تأثر الطيور الدقيق بتغيّرات الطقس فوق المنطقة التي تحلق فيها. ففي الجمهورية الصحراوية، تزيد الطيور من ارتفاع تحليقها حتى ألفي متر متجنّبةً خطر القيظ في الصحراء. أما في المناطق الجبلية، فإنها تجتاز الغيوم تصاعداً حتى ارتفاع يفوق الخمسة آلاف متر (يذكر أن ارتفاع تحليق الأوزّ فوق جبال الهملايا يزيد على تسعة آلاف متر).

وكي لا يداهمها الطقس الممطر في عرض البحر حيث لا توجد إمكانية التمهل ريثما ينقطع المطر، تتجنب بعض الطيور المهاجرة في فصل الخريف من أوروبا إلى افريقيا قطع البحر المتوسط فوق أقسامه الشاسعة، فتطير عبر مضيق جبل طارق وشبه جزيرة ابينينو وسيسيليا وشبه جزيرة البلقان.

غير أن دراسة هجرة الطيور أظهرت أنها ليست قادرةً دائماً على تجنب الوقوع في أحوال جوية رديئة. وقد تم العثور على العديد من الطيور الميتة بسبب العواصف الغبارية في الصحارى وبسبب العواصف

البحرية وغيرها، فالطيور تموت أيضاً عند محاولتها الطواف فوق منطقة يسودها تردٍ في الأحوال الجوية.

١٩ـ١٣. هل صحيح أننا نستطيع إنقاذ شجرة التفاح المزهّرة من الصقيع الليلي عن طريق ريّها؟

يعتبر الاختصاصيون ذوو الخبرة في زراعة البساتين أن ريّ الأشجار المزهرة عند الصقيع هو وسيلة فعالة لإنقاذ المحصول الزراعي. فالماء يتمتع بسعة حرارية كبرى، وهو عندما يبرد يؤخر عملية تبّرد الهواء وسطح النباتات. وفضلاً عن ذلك، فالأمر الرئيسي يكمن في أن المياه عندما تبدأ بالتجمّد، تجري عملية إفراز الحرارة المختزنة القادرة على تكوين الجليد (يفرز كل غرام واحد من المياه المتجمدة ٣٢٠ جول من الحرارة)، وتبدو الحرارة المفرزة كافية للمحافظة على حياة زهرة التفاح حتى حلول شمس الصباح. لكن ريّ الأشجار ينبغي أن يكون وفيراً، ويكون بذلك ناجماً كلما كان صقيع الليل خفيفاً ومستمراً لفترة زمنية قصيرة فقط.

١٩ـ١٤. لماذا تُقاس درجة حرارة الهواء في حجرة خاصة؟

إن درجة حرارة الهواء هي مقدار سخونته أو برودته، ويتحدد هذا المقدار بكيفية سخونة الهواء أو بكيفية برودة الزئبق أو الكحول في الترمومتر. لذلك، ينبغي تهوئة الترمومتر بسهولة كما ينبغي أن يكون هذا الترمومتر محمياً من التسخين المباشر لأشعة الشمس، وإذا وقعت أشعة الشمس على الترمومتر، فإنه لن يؤشر على درجة حرارة الهواء وإنما على درجة حرارة الزئبق أو الكحول التي تسخّنها أشعة الشمس، ومن الخطأ وضع الترمومتر على سطح التربة لأنه سيؤشر بذلك على درجة حرارة تلك التربة. ومن أجل قياس درجات الحرارة، يشترط أن يوضع الترمومتر على ارتفاع مترين عن سطح الأرض على منصة خاصة في حجرة خشبية تحتوي على جدرانها على كواسر شمسية Jalousieأي أنه موجود في ظروف الظل والتبادل الحرّ للهواء.

١٩ـ ١٥. هل يستطيع الشيوخ والمصابون بأمراض معينة التنبؤ بحالة الطقس حسب تغيرات حالتهم الصحية؟

هذا ممكن في بعض الحالات، ولكن ليس جميع الشيوخ والمرضى يتمتعون بهذه القدرة على التنبؤ. فهذه المهارة في التنبؤ لا تُعمّم على تغيّرات الطقس كافة، وإنما على بعضها المتعلق بشكل أساسي بالتردي المفاجىء في حالة الطقس. أما الانخفاض الشديد في الضغط الجوي الذي يسبق تغيرات الطقس وتبدّل اتجاه الرياح والتقلبات في درجة الهواء ورطوبته وتركيز الإيونات Concentration des ions فمن شأنها أن تؤثر بشكل سلبي على ضعفاء الأجسام والمرضى، وتظهر نتائج العوامل المذكورة من خلال أعراض مختلفة كالآم المفاصل عند البعض والألم في الكلية عند البعض الآخر وآلام الرأس والنبض السريع للقلب عند البعض الثالث وغير ذلك. ويشعر بعض الأشخاص بآلام وأمراض مختلفة عند الارتفاع السريع للضغط الجوي الذي يسبق اقتراب المرتفع الجوي وحلول الطقس الجيد في العادة. وثمة بعض الأشخاص من ذوي الحساسية تجاه كهرباء الأتموسفير ورطوبة الهواء العالية ودرجات الحرارة المرتفعة.

١٩ـ ١٦. لماذا تتحرك السحب في السماء باتجاهات مختلفة أحياناً؟

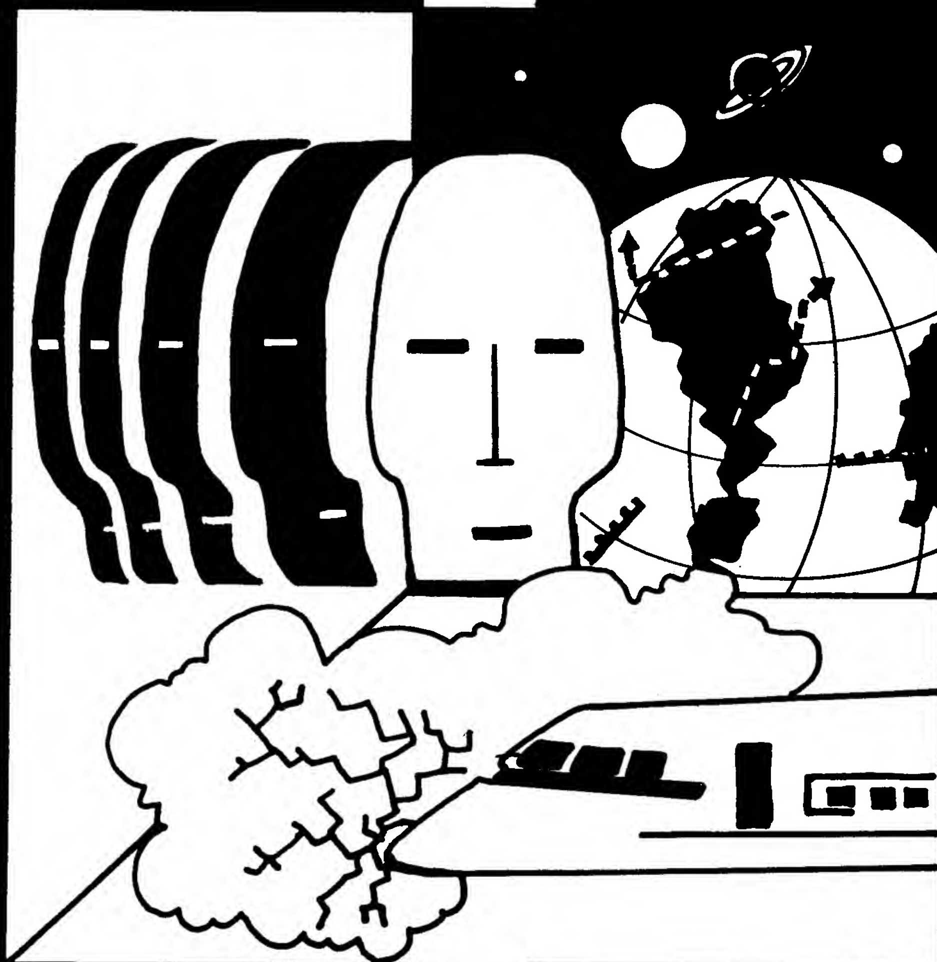
يمكننا ملاحظة تحرك السحب باتجاهات مختلفة في تلك الحالات عندما تكون هذه السحب غير متراصّة وواقعة على مستويات مختلفة. والجدير بالذكر أن للرياح اتجاهات مختلفة على ارتفاعات مختلفة. فالسحب تتحرك في السماء حسب التيار الهوائي الذي يتغيّر مع الارتفاع بشكل ملحوظ أحياناً، وأحياناً أخرى يتغيّر معه بزاوية اتجاه كبيرة، يستطيع المراقب ملاحظتها دون استخدام الأجهزة. وهناك أسباب عديدة لتبدّل اتجاه الرياح وسرعتها مع الارتفاع: ففي طبقة الكيلومتر والنصف السفلى، يعود ذلك إلى التناقص في احتكاك التيار الهوائي مع سطح الأرض (فبسبب ضعف هذا الاحتكاك، تشتد الرياح مع الارتفاع وتتجه

تدريجاً نحو اليمين لعدة عشرات من ذلك، فإن الرياح تخضع لدوران باتجاه اليمين أو اليسار، وذلك تحت تأثير التوزيع الأفقي لدرجات الحرارة، وتعنف وتهدأه ومن الممكن أن تبدّل اتجاهها بشكل معاكس تماماً.

ويعلم خبراء الأرصاد الجوية أن الرياح تميل مع الارتفاع باتجاه اليمين عند انتقال الحرارة، وباتجاه اليسار عند انتقال البرودة. وبشكل عام، فإن الرياح تخضع لقانون بسيط وهو: أنها تهب على امتداد خط تساوي الضغط الجوي Isobare تاركةً منطقة الضغط الجوي المنخفض لجهة اليسار. أما خطوط تساوي الضغط الجوي، فإنها تتغير مع الارتفاع وفقاً للتوزيع الأفقي لدرجات حرارة الهواء.

الفصل العشرون

أسئلة الفضوليين عن الطقس



الفصل العشرون

أسئلة الفضوليين عن الطقس

يشتمل علم الأرصاد الجوية Météorologie على أسئلة عديدة تهم العاملين المهنيين في مصلحة الأرصاد الجوية بشكل استثنائي. إلاّ أن بعض هذه الأسئلة يبدو قريباً من مشكلات العلوم الأخرى، إذ أن العديد من الناس البعيدين جداً عن مجال علم الأرصاد الجوية يطرحون هذه الأسئلة متوغلين أحياناً في بعض أقسام هذا العلم بدقة، مما يضطرنا إلى توضيح تفاصيلها الواقعة خارج إطار حب الإطلاع العادي لدى الأشخاص غير المتخصصين.

وسنحاول هنا إخراج بعض الأسئلة المتعلقة بالتفاصيل المعيّنة عن علم الطقس، وقد جمعناها في فصل تحت عنوان «أسئلة الفضوليين عن الطقس».

٢٠ـ١. من الذي وضع الحجر الأساس في مبنى علم الطقس؟

ليس باستطاعتنا على الإطلاق أن نحدد بدقة كافية هوية الشخص الذي وضع فكرة النظر إلى حالة الطقس كمادة علمية وليس كأنها وليدة إرادة إلهية. فمن المعروف أن أرسطو الذي عاش في القرن الرابع قبل الميلاد ووضع الكتاب الأول للـ«متيورولوجيا»، لم يترك لنا أسماء أسلافه الذين أطلقوا هذه التسمية على هذه المادة العلمية. إلاّ أن العالم اليوناني العبقري أرسطو، ربما كان أول من أعطى لعلم المتيورولوجيا أهمية علمية مستقلة، وهو أول من صاغ تلك الفكرة القائلة بعلاقة الطقس باتجاه الرياح، وأعطى تدعيماً لحجر الزاوية في ركيزة علم الطقس.

٢٠ـ٢. من هو أول عالم وضع أساس التنبؤ العلمي بحالة الطقس؟

يعتبر أوربان ليفيريـيـه Urbane Leverier مدير مرصد باريس الفلكي سابقاً، أول عالم وضع أساس التنبؤ العلمي بحالة الطقس. ففي ١٩ شباط عام ١٨٥٥، وضع ليفيريـيـه أول خارطة للطقس في العالم، وذلك بطلب من الحكومة الفرنسية بعد العواصف التي تسببت بكوارث طبيعية في ١٤ تشرين الثاني سنة ١٨٥٤ بمدينة بالاكلاف.

فعلى حجر الزاوية الذي دعّمته أعمال مئات العلماء عبر ١٢٥ سنة، والذي وضعه العالم الفرنسي ليفيريـيـه، تم تشـيـيد مبنى الطرق العلمية الحديثة للتنبؤ بحالة الطقس، وقد انحصر هذا التشـيـيد على البحث عن حلول أكثر دقة للمسألة الفيزيائية ـ التنبؤ بحالة الطقس.

٢٠ـ٣. ما هي الأفكار التي تشكل أساس النظرية الحديثة للتنبؤ بحالة الطقس؟

بعد خمسين سنة من تحقيق العالم الفرنسي ليفيريـيـه لأفكاره بوضع خارطة الطقس، التي أعطت إمكانية التطلع إلى الطقس على مساحات شاسعة في آن واحد، أخذ العالمان النروجيان الأب والابن فيلغم ويعقوب بـيركنس بالنظر إلى مسألة التنبؤ بحالة الطقس من وجهتي نظر رياضية وميكانيكية ـ فقد شرعا بحلّ معادلات الميكانيكا المائية Hydrodynamique التي ترسم حالة الأتموسفير.

لقد وضع هذان العالمان وأتباعهما فيما بعد من المدرسة البرغينية Bergen مسائل هامة في الطرق العلمية للتنبؤ بحالة الطقس، والتي ارتكزت على نظرية تنامي المنخفضات الجوية في الجبهات الجوية كسطوح فاصلة بـين الكتل الهوائية المختلفة. وفي بداية العشرينات من القرن الحالي، تم القيام بخطوة هامة لحلّ مسألة التنبؤ بحالة الطقس على أساس الحلّ العددي لمعادلة الميكانيكا المائية، أي عن طريق الحسابات المباشرة المسبقة لحالة الطقس المتوقعة. ومع أن هذه الخطوة، التي قام بها العالم الإنكليزي لويس ريتشاردسون، لم تتكلل بالنجاح (أول محاولة

من نوعها للحسابات المسبقة)، فإنّ الفكرة بحد ذاتها كانت هامة وحيوية ولاقت أتباعاً لها في شخص عالم الديناميكا المائية السوفياتي أ. كيبل، الذي اقترح في عام ١٩٤٠ تبسيطات مبدئية لحلّ نظام المعادلات ولإمكانية إدخال هذه التبسيطات دون أي ضرر من أجل الدقة في حلول المسألة على مدى ٧٢ ساعة. أما الخطوات الحاسمة والمتعاقبة في وضع نظرية الديناميكا المائية للتنبؤ بحالة الطقس، فقد قام بها كل من الأكاديمي السوفياتي أ. أبوخوف والعالم الأميركي ج. تشارني في نهاية الأربعينات، وأوصلا حلّ مسألة الحسابات المسبقة للطقس إلى التحقيق العملي الذي أصبح ممكناً مع ظهور الحواسيب الألكترونية.

فالحواسيب الألكترونية تستخدم، في الوقت الحاضر، على نطاق واسع في حساب الضغط الجوي وسرعة الرياح ودرجات الحرارة، وتقع هذه الطريقة ضمن الطرق المتنوعة لوضع النشرات الجوية القصيرة الأمد.

أما مسألة التنبؤ بحالة الطقس لفترات زمنية طويلة، فإنها تتجاوز أسبوعاً كاملاً، وتبقى هذه المسألة حتى الآن بانتظار حلّ يتطلب وضع نظرية تأخذ مبدئياً بالاعتبار عوامل أخرى في الأتموسفير، قادرة على تحديد حالة الطقس لفترات زمنية طويلة.

٢٠ـ٤. هل بإمكاننا اعتبار المناخ الحالي المناخ الوحيد الممكن على الأرض؟

إنّ النظرية الحديثة لمناخ الأرض تنظر إلى النظام المناخي لكوكبنا على أنه سلسلة مؤلفة من حلقات معقدة عديدة هي: الأتموسفير، والمحيطات، والجليد، واليابسة، والغلاف الحيوي Biosphère. ويشتمل هذا النظام على مجموعة من العلاقات المباشرة والعكسية المتشابكة ببعضها البعض. وكما يقال في علم الرياضيات، فلهذه المجموعة من العلاقات عدد كبيرة من درجات الحرية أو الإنطلاق(*)

(*) درجات الحرية Degress of freedom. هي عدد الإزاحات الافتراضية المستقلة عن بعضها البعض في المجموعة (في علم ديناميكا المجموعة والجسم والجاسىء).

Degrees of freedom، ويمكن أن يكون لها مجموعة من الحالات متساوية الاحتمال في نشوئها، في حال وجود ظروف خارجية تؤثر في ذلك. وهذا يعني أن المناخ الحالي هو المناخ الوحيد الممكن على الأرض. فهذا المناخ كان في الماضي البعيد مختلفاً تماماً، ويمكن أن يصبح في المستقبل على غير حال؛ ولهذا فليس من الضروري أن تتغيّر الظروف الخارجية. وينبغي التذكير هنا بحالة هامة وهي أن تغيّرات المناخ لا تتم بشكل فجائي، ويتطلب إثباتها آلافاً عديدة من السنين. وعند ذلك، فإنّ الفرضيّة القائلة بأن مناخ الأرض ليس فريداً لا تلغي إمكانية التغيّرات الطارئة على المناخ، محافظةً بذلك على الأهمية العملية الملحّة بشكل تام.

٢٠ـ٥. ما هي نمذجة modélage العمليات الجوية، وماذا نبلغ بواسطتها؟

إنّ نمذجة modélage العمليات الجوية هي اتجاه جديد نسبياً ومفيد لمستقبل الأبحاث المتيورولوجية، وهو يرتكز إلى استخدام النماذج الرياضية modéles mathématiques للأتموسفير ومناخ الأرض. فنموذج الأتموسفير الذي يصوّر حالته المتوسطة بشكل قريب إلى الحقيقة، يسمح بالنظر إلى التغييرات الممكنة لهذه الحالة نتيجةً لتغيّرات معينة في مختلف العوامل المؤثرة على العمليات الجوية وحالة مناخ الكرة الأرضية.

إنّ نماذج الأتموسفير يمكن أن تكون ذات تعقيدات مختلفة. فقد اقترح العالم الأميركي ن. فيليبسون في عام ١٩٥٦ أول وأبسط نموذج رياضي للأتموسفير، مصوّراً مجموعة الخصائص الأساسية للأتموسفير الحقيقي بشكل قريب نسبياً إلى الواقع. أما في الوقت الحاضر، فثمة العديد من النماذج التي وضعها العلماء السوفيات بالإشتراك مع زملائهم الأجانب، والتي تميزت بالتعقيد لكنها تعكس الظروف الواقعية بشكل أفضل. ومن هذه النماذج نستطيع ذكر النموذج المثلّث المقاييس أو المتعدد المستويات، الذي يستخدم في العمليات التطبيقية لحسابات حالة الطقس المسبقة، وكذلك في الأبحاث النظرية لتغيّر المناخ.

٢٠ـ٦. ما هو علم الأيرونوميا Aironomie؟

الأيرونوميا علم يبحث في طبقة الأتموسفير العليا وتركيبها والعمليات الصغرى التي تجري فيها، ويدرس هذا العلم توزّع الكثافة ودرجة الحرارة بالاتجاه التصاعدي، بالإضافة إلى ضغط الغازات على ارتفاع مئة كيلومتر وأكثر.

فضلاً عن ذلك، فإنّ الأيرونوميا تدرس تركيز Concentration الجزيئات المشحونة ـ الإيونات ions التي تكوّن طبقة الإيونوسفير ionosphère (يسميها علماء الفيزياء الإشعاعية عادةً بطبقة الأتموسفير العليا، المعروفة في المتيورولوجيا بالجتيروسفير Geterosphère). فعند دراسة العمليات الصغرى في طبقة الأتموسفير العليا، يعير علم الأيرونوميا اهتماماً أساسياً لعمليتي التأيّن ionisation والتفكك dissociation لجزيئات الغاز في الأتموسفير، وللتحولات الكيميائية لبعض من الجزيئات إلى أخرى.

وبهذا، فإنّ الأيرونوميا هي علم نسيب لعلم المتيورولوجيا، لكنه يبحث في مسائل أخرى. وإذا كان خبراء الأرصاد الجوية يهتمون بالعمليات الواسعة النطاق في طبقة الأتموسفير العليا قبل كل شيء ـ تكوّن التيارات الهوائية، نشوء الاضطرابات الموجية، تقلبات حالة المواصفات الفيزيائية الأساسية في طبقات الأتموسفير السفلى بشكل أساسي (التروبوسفير والستراتوسفير)، فإنّ علماء الأيرونوميا يهتمون بالطبقات الأكثر ارتفاعاً ـ ابتداءً من طبقة الميزوسفير Mezosphère، ويزداد اهتمامهم بطبقتي الترموسفير Thermosphère والإكزوسفير Exosphère.

٢٠ـ٧. ما مدى ثبات حالة الطبقة العليا من الأتموسفير؟

تخضع حالة الأتموسفير على ارتفاعات شاهقة لتقلبات شديدة حسب الفترات الزمنية اليومية والنشاط الشمسي وفصول السنة وخطوط العرض التي يقع عليها مكان المعاينة. ولا ينبغي الكلام عملياً عن ثبات الطبقة العليا من الأتموسفير، بقدر ما ينبغي الكلام عن عدم ثباتها:

فكثافة الهواء على ارتفاع ٣٠٠ كلم تتغيّر ثلاث أو أربع مرات بين ليلة وضحاها. أما على ارتفاع ٦٠٠ كلم فإنها تتغيّر حوالي عشر مرات. وبالنسبة لدرجة حرارة الهواء، فإنها تتراوح على ارتفاعات ما فوق ١٥٠ كلم في الترموسفير بين ١٥٠٠ و٢٠٠٠ كلفن في النهار، وبين ٧٠٠ و١٠٠٠ كلفن في الليل.

٢٠ـ٨. ما هي طبقة التروبوبوز Tropopause؟

إنّ طبقة التروبوبوز أو الطبقة الجوية الوسطى هي منطقة الانتقال من الغوموسفير Gomosphère إلى الجتيروسفير Geterosphère، أي من طبقة الانتشار diffusion العشوائي وتركيب الهواء الثابت إلى طبقة الانتشار الجزيئي moléculaire، التي تزداد فيها نسبة الغازات الخفيفة بالاتجاه التصاعدي وتقل نسبة الغازات الثقيلة، وبذلك ينعدم التجانس في تركيب الهواء. أما ارتفاع طبقة التروبوبوز فيتراوح بين ٩٥ و١١٠ كلم.

٢٠ـ٩. ما هو التشميس Insolation اليومي؟

إنّ التشميس اليومي هو المجموع اليومي للحرارة التي يستقبلها سطح الأرض. مع الأخذ بالاعتبار زاوية انحناء أشعة الشمس إلى سطح الأرض حتى في ظروف انعدام الهواء، أي الأتموسفير. وبما أن أي نقطة على سطح الأرض ترسم دائرة كاملة على مدى يوم واحد، فإنّ مقدار التشميس اليومي لا يتعلق بخط الطول للمكان، وإنما بخط العرض فقط. فهذا المقدار يتغيّر عند خط الاستواء من فصل لآخر بشكل قليل نسبياً ـ من ٣٧٢٩ إلى ٣٣١١ جول في اليوم، أما عند القطبين فإنه يتغيّر تغيراً كبيراً ـ من ٤٥٠٢ جول في اليوم لحظة الانقلاب الشمسي في الصيف إلى صفر في فترة الليل القطبي.

٢٠ـ١٠. هل من فرق في مقادير التشميس بين نصفي الكرة الشمالي والجنوبي؟

يتساوى المجموع السنوي تقريباً لمقادير التشميس في كلا نصفي

الكرة الأرضية، لكن الفوارق الفصلية كبيرة: تقع الكرة الأرضية بنصفها الشمالي صيفاً عند أوج(*) Aphélie مدارها،ويحصل نصفها الشمالي هذا على حرارة الشمس في الصيف أقل من النصف الجنوبي، الذي يقع صيفاً في أحسن الظروف لاستقبال الإشعاعات، لأن الأرض تقع في هذا الوقت في الحضيض Périgée ـ أي على أقرب مسافة من الشمس. مقابل ذلك، فإنّ التشميس في نصف الكرة الشمالي هو أكثر بكثير شتاءً منه في نصفها الجنوبي..

٢٠ ـ ١١. ما مدى ثبات الجليد القطبي؟

لقد أطلقت على الجليد القطبي تسمية الرقّاص Pendule لمناخ الكرة الأرضية، إذ أن تأرجحه يخلّ من توازن مناخ الأرض ويجعله غير ثابت، وذلك يعود إلى قدرة الجليد القطبي الكبيرة على عكس الأشعة، كما يعود إلى علاقة الاتزان الحراري لسطح الأرض الشديدة بمقاييس المساحات التي يحتلها الجليد.

لذلك، فإنّ مسألة ثبات الجليد القطبي هي مسألة هامة وحاسمة بالنسبة لتقييم ثبات مناخ الكرة الأرضية. غير أنّ آراء العلماء تختلف بالنسبة لثبات الجليد القطبي، إذ أن تحديد مجالات الارتفاع في درجات حرارة الأتموسفير الضرورية لاختفاء الجليد القطبي هو صعب جداً بالنسبة لجليد منطقة القطب الشمالي ـ «الأركتيكا».

وبالاستناد إلى بعض التقديرات، فإنّ الارتفاع الثابت في درجات حرارة الهواء لبضع درجات فقط كافٍ لذوبان الجليد القطبي. أما التقديرات الأخرى، فإنها ترجّح ذوبان الجليد القطبي عند ارتفاع في درجة حرارة الهواء لا يقل عن خمس درجات، بينما يتطلب ذلك بالنسبة لجليد منطقة الأركتيكا ارتفاعاً شديداً في درجات الحرارة (حوالي عشرين درجة عند القطب الشمالي).

وبالرغم من الإيراد الدائم لمياه الأنهر الحلوة في مياه الأركتيكا،

(*) أوج Aphélie ـ النقطة التي يكون فيها الكوكب السيّار أبعد ما يمكن عن الشمس.

فإنّ سطح مياه الأركتيكا قادر بسرعة على التبرّد، عوضاً عن أن تكوّن الجليد البحري في الأركتيكا يختلف عنه في الأنتاركتيكا. ومع ذلك كله، فمن الصعب أن تتصوّر إمكانية بقاء الجليد في الأركتيكا في فصل الصيف تحت درجة حرارة للهواء تقارب العشرين درجة مئوية، وفي فصل الشتاء تحت درجة حرارة للهواء تقارب العشر درجات مئوية تحت الصفر.

٢٠ـ١٢. ما هي نقطة الندى وأين تستخدم؟

إنّ نقطة الندى هي درجة الحرارة التي يبلغ عندها الهواء حالة التشبّع Saturation عند نسبة معلومة لبخار الماء وضغط ثابت. فنقطة الندى هي خاصية هامة لحالة الهواء التي تسمح في تقدير رطوبته وإمكانية تكوّن الضباب أو الغيوم واحتمال تكوّن الغطاء الجليدي على سطح الطائرات عند تحليقها داخل الغيوم. كما أن نقطة الندى هي خاصية تتمتع بالعديد من المؤشرات الأخرى الضرورية في عمل الأرصاد الجوية لتأمين متطلبات الاقتصاد الوطني.

٢٠ـ١٣. ما هو خط الاستواء الحراري Equateur thermique؟

لقد اتفق علماء الأرصاد الجوية على إطلاق تسمية خط الاستواء الحراري على الخط الذي يجمع بين نقاط درجات حرارة الهواء القصوى على خرائط الطقس اليومية في منطقة خطوط العرض السفلى من الكرة الأرضية. فخط الاستواء الحراري يبدو على خرائط المعدل السنوي لدرجات الحرارة على الكرة الأرضية مطابقاً تقريباً لوضعية خط العرض الشمالي (٥ درجات). أما عدم تطابقه مع خط الاستواء الجغرافي (صفر درجة)، فيعود إلى أن نصف الكرة الشمالي يحوي مساحات شاسعة من اليابسة أكثر من نصفها الجنوبي، وكذلك يعود إلى أن درجة حرارة الهواء المرتفعة في الصحارى شبه الاستوائية في النصف الشمالي تجعل المدارات الشمالية أكثر دفئاً من مدارات النصف الجنوبي بدرجتين مئويتين. أما في نصف الكرة الشمالي، فإنّ خط الاستواء الحراري ينطبق في فصل الصيف مع خط العرض الشمالي ٢٠ درجة

تقريباً، بينما ينطبق في فصل الشتاء بالنصف الجنوبي مع خط العرض الجنوبي ٥ درجات.

إنّ وضعية خط الاستواء الحراري هذه تتطابق تقريباً مع محور الانخفاض الاستوائي Dépression d'équateur ـ منطقة الانخفاض النسبي للضغط الجوي عند خطوط العرض القريبة من خط الاستواء.

٢٠ـ١٤. ما هو التيار «المحرِّك» في الأتموسفير؟

يطلق خبراء الأرصاد الجوية تسمية التيار «المحرِّك» على الرياح في طبقتي التروبوسفير الوسطى والعليا، الذي يحدد من خلال اتجاهه تحرّك المنخفضات والمرتفعات الجوية والعناصر المتيورولوجية الأخرى. ويرتبط ارتفاع هذا التيار بتوزّع هذه الأعاصير الواسعة النطاق إلى الأعلى، والتي تتحرك بسرعة متناسبة مع سرعة التيار «المحرِّك» وتتراوح بين ٠,٥ و٠,٩ من سرعة هذا التيار حسب المستوى التي تتحدد عليه.

أما الأنظمة البارية السفلى (البار ـ وحدة قياس الضغط الجوي)، فإنها تخضع للتيار «المحرِّك» في طبقة التروبوسفير على ارتفاع يتراوح بين ٣ و٥ كيلو مترات؛ بينما تخضع الأنظمة البارية المتنامية ما فوق الخمسة كيلو مترات لتيار «المحرِّك» على ارتفاع أعلى. أما المنخفضات والمرتفعات الجوية المتنامية ما دون طبقة الستراتوسفير، فهي قليلة الحركة عادةً ولا تخضع لمفهوم التيار «المحرِّك».

٢٠ـ١٥. لماذا تحمل المنخفضات الجوية طقساً رديئاً؟

إنّ الأعاصير الجوية الواسعة النطاق ذات الضغط المنخفض في الوسط وتسمى منخفضات جوية تحمل معها عادةً ظروفاً صعبة في حالة الطقس ـ غيوماً وأمطاراً ورياحاً شديدة وظواهر فصلية مميزة ومتكررة كالعواصف الرعدية والعواصف الثلجية والضباب والغطاء الجليدي وغيرها. إنّ ذلك كله يرتبط بخصائص توزّع الضغط الجوي وميزة دوران الهواء. وتحت تأثير الاحتكاك Frottement في طبقات الأتموسفير السفلى، تلاحظ في المنخفضات الجوية، بالاضافة إلى حركة الهواء

الدائرية، «حركة» من محيط الدائرة إلى مركزها. ولذلك، تنشأ حركة عمودية للهواء ثابتة ومتصاعدة مع انخفاض في درجة الحرارة مع الارتفاع. وعندما يتبرد الهواء ويصبح مشبعاً بالرطوبة، تتكون فيه الغيوم التي تعطي الأمطار وظواهر أخرى في حالة الطقس. وفضلاً عن ذلك، ففي المنخفضات الجوية عند خطوط العرض المعتدلة، تتكوّن ظروف ملائمة لنشوء الجبهات الجوية التي تتميّز فيها أحوال الطقس دائماً برداءة قاسية. بالاضافة إلى ذلك، فالفرق في مقادير الضغط الجوي بين مركز المنخفض الجوي ومحيطه كبير للغاية (أي أن المحاولات(*) الأفقية كبيرة جداً)، وبالتالي فإننا نلاحظ باستمرار حركة رياح عاصفة.

٢٠ـ١٦. هل تتجانس حالة الطقس في جميع أجزاء المنخفض الجوي؟

لا، فحالة الطقس غير متجانسة أبداً في المنخفضات الجوية خارج خطوط العرض المدارية: هناك جزءان للمنخفض أمامي وخلفي، وآخران يميني ويساري حسب اتجاه حركة هذا المنخفض.

فالجزء الأمامي للمنخفض الجوي يتميّز بغيومه الكثيفة والطبقية الشكل في الجبهة الجوية الدافئة، وبأمطار غزيرة ورياح جنوبية الاتجاه. أما في مؤخرة المنخفض الجوي خلف الجبهة الجوية الباردة، فيتميّز الطقس بعدم ثبوته مع هطول غزير للأمطار ورياح عنيفة شمالية ـ غربية وشمالية، بينما تتخلل الغيوم شقوق عديدة وتتبدّد أحياناً لفترة زمنية قصيرة.

أما الجزء اليساري (شمالي في أغلب الأحيان) للمنخفض الجوي، فإنه يتميّز بأحوال طقس تسمّى وسطية بين الجزءين الأمامي والخلفي للمنخفض. وبالنسبة للرياح السائدة عند سطح الأرض، فهي شرقية وشمالية ـ شرقية. أما الغيوم فهي كثيفة، وتهطل الأمطار بتقطع مؤقت كي تتحول تدريجاً إلى أمطار غزيرة.

(*) المحال gradient. فرق الضغط الجوي الحاصل بين نقطة معيّنة ومركز الإعصار.

أما الجزء اليميني (الجنوبـي) للمنخفض الجوي، فإنه يعتبر «قطاعاً دافئاً لفترة معيّنة خلال تواجده، إذ أنه يحتوي على كتلة هوائية دافئة تتم إزاحتها مع الوقت إلى الأعلى. فالطقس هنا غير متساوٍ تحت تأثير هذا الجزء من المنخفض الجوي، ويعود ذلك إلى اختلاف فصول السنة ونوعية الكتل الهوائية، ولا يتخلّله، في أغلب الأحيان، تساقط للأمطار.

أما في الفترة الباردة من السنة، فإنّ الطقس يتميّز بوجود الضباب المستمر وصفاء السماء من الغيوم مع رياح معتدلة وخفيفة جنوبية ـ غربية.

٢٠ ـ ١٧. كيف نفسّر حدوث جدار الصوت عند تحليق الطائرات بسرعة تفوق سرعة الصوت، وهل ترتبط هذه الظاهرة بحالة الطقس؟

عند تحرّك الأجسام الصلبة في الهواء بسرعة تفوق سرعة الصوت، تحدث ظاهرة الموجة الضاربة التي ترتبط بالتغيّر المفاجىء في الضغط الجوي. فعند تحليق الطائرة، يتحرك كل جزء من الموجة الضاربة الناشئة عن هذا التحليق، بسرعة تفوق سرعة الصوت وباتجاه متعامد على خط جبهة الموجة على امتداد ما يسمّى بالشعاع الصوتي. وعند بلوغها سطح الأرض، تتسبب الموجة الضاربة بأثر صدمة الصوت (أو جدار الصوت)، التي يستوعبها الناس على شكل قفزة ضغط خاطفة تبلغ عدة هيكتوباسكال Hectopascale. وعند ذلك، يرتفع الضغط في البداية بشكل مفاجىء، وينخفض، فيما بعد، بسرعة أقل من المقدار البدائي كي يرتفع فجأةً ومن جديد بالغاً المقدار السابق.

أما المرسام الباري Barogramme لتغيّر الضغط عند صدمة الصوت، فإنه يتخذ شكلاً متشابهاً للحرف اللاتيني N، ويمكن لمقدار تغيّر الضغط عند سطح الأرض أن يرتفع أو ينخفض تبعاً لحالة الأتموسفير. ويرتبط أثر صدمة الصوت بمحال gradient الضغط الجوي وبوجود إزاحات عمودية وأفقية للرياح، كما يرتبط بمقدار المحال

العمودي لدرجة الحرارة وبرطوبة الهواء إلى حدّ ما، وبوجود الغيوم وهطول الأمطار.

إنّ من شأن العوامل المذكورة أن تحني جبهة صدمة الصوت، مغيّرةً بذلك اتجاه الشعاع الصوتي الذي يمكن أن يصل إلى سطح الأرض في هذه الحالة تحت زوايا مختلفة. وفي الظروف الملائمة، يمكن أن يصبح الشعاع الصوتي موازياً لسطح الأرض على ارتفاع عالٍ، أو أن يمتد عن سطح الأرض إلى الأعلى فلا يبلغها بذلك أبداً.

بالإضافة إلى الظروف المتيورولوجية، تعمل كتلة الطائرة وخصائصها التقنية الأخرى وطبيعة مناورتها ونظام تبدل سرعة تحليقها على التأثير في انتشار الموجة الضاربة وشدة صدمة الصوت. فصدمة الصوت تبلغ أشدها عند الانتقال من نظام للتحليق ما دون الصوت إلى نظام آخر ما فوق الصوت وبالعكس. ومن أجل تلافي النتائج الضارة لصدمة الصوت، ينبغي أن يتم الانتقال من نظام تحليق إلى آخر على ارتفاع معين يجري حسابه على أساس جميع المعطيات، بما فيها المعلومات عن حالة الأتموسفير.

فهرس المحتويات